



L'outil 4K : exploration d'une définition naissante

Jonathan Strutz

► To cite this version:

Jonathan Strutz. L'outil 4K : exploration d'une définition naissante. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2015. dumas-01311284

HAL Id: dumas-01311284

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01311284>

Submitted on 1 Jun 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Jonathan STRUTZ

L'outil 4K

Exploration d'une définition naissante

Université Aix-Marseille

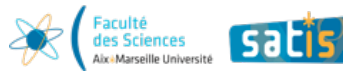
Département Satis

Sciences, Arts et Techniques de l'Image et du Son



Mémoire de Master professionnel
2014-2015

Date de soutenance : 08/04/2015



Université Aix-Marseille

Département SATIS

Sciences, Arts et Techniques de l'Image et du Son

2014-2015

Mémoire de Master professionnel

L'outil 4K

Exploration d'une définition naissante

Travail réalisé sous la direction de :

Frédéric Celly

De

Jonathan Strutz

Prise de vue M2 / Étudiant étranger

Remerciements

Ce mémoire n'aurait pas pu être possible sans les personnes suivantes que je remercie de leurs implications, suivis, renseignements ou simplement soutien :

Frédéric Celly pour son accompagnement de ce mémoire, Jean-Michel Denizart, l'équipe pédagogique du département Satis à Aubagne, Yves Cape pour son intervention très pertinente sur l'utilisation de la 4K, Olivier Bertrand pour son intervention très intéressante sur le travail de l'assistant caméra, Nicolas Pfaff pour sa contribution par mail, Arthur Schwarz pour son regard frais sur le travail du deuxième assistant caméra, Philippe Ros pour sa présentation pendant le Micro Salon qui m'a aiguillé, Le Micro Salon 2015, Forest Finbow pour sa présentation des caméras F55 et F65 lors de la journée des portes ouvertes de PhotoCineRent et son accueil chaleureux, PhotoCineRent d'avoir organisé cette journée, l'Association française des directeurs de la photographie cinématographique (AFC) pour leur présence sur internet qui est d'une richesse incroyable, l'Association française des DIT (ADIT) pour m'avoir permis de me faire une idée sur les DIT et pour avoir constaté qu'ils travaillent régulièrement, car ils ne répondent pas au téléphone, Assistants opérateurs associés (AOA) pour leur présence web qui permet de rentrer en contact avec des assistants caméra, ma mère Barbara Strutz, mon père Jean-Michel Hitter pour leurs soutiens constant sans lequel je n'aurais même pas pu engager des études, ma sœur Julie Ancel, car elle est toujours là pour moi et pour son accueil lors de mes voyages pour ce mémoire, mes amis Thibaut Demoor, Laurie Mannessier, Clément Natiez, Coline Schneider, Romain Abadjian, Pierre Simion, pour leur soutien et leurs aides précieux pour la correction de ce mémoire, les sites web nofilmschool.com, afcinema.fr, fdtimes.com.

TITRE :

L'outil 4K - Exploration d'une définition naissante

RÉSUMÉ :

Il s'agit avec ce mémoire d'explorer la définition 4K et plus généralement la très haute définition. La définition est devenue un facteur de considération important pour les fabricants de caméras, mais est-ce qu'elle apporte réellement les avantages que les fabricants mettent en avant ? Il faut discuter cette définition et éclaircir pourquoi ou non elle est utilisée. Beaucoup de facteurs influencent une image numérique et les chefs-opérateurs se servent d'eux pour créer des images de cinéma. Quelle est la place de la 4K dans cette création ?

À travers des parties théoriques et un portrait du marché actuel, je m'approche avec une expérience personnelle de ce sujet. Une autre partie importante est consacrée à la de interviews avec des professionnelles, qui doivent gérer une telle définition tous les jours et il s'agit de comprendre comment ils la travaillent. Ce mémoire dresse d'un côté un portrait de la 4K, mais va aussi analyser ses avantages et désavantages.

MOTS-CLÉS :

4K, 6K, Définition, Art, Technologie, Numérique

Table des matières

Table des matières	9
Introduction.....	10
1. Qu'est-ce que la 4K ?	12
1.1 La caméra numérique	12
1.1.1 Sa définition – la 4K	12
1.1.2 Le capteur – entre pixels et photosites	14
1.1.3 Sa fréquence d'échantillonnage et sa quantification	15
1.1.4 Sa taille de capteur	17
2. L'état des caméras actuelles	19
2.1 Les caméras actuelles.....	19
2.1.1 Arri.....	20
2.1.2 Panavision	22
2.1.3 RED	23
2.1.4 Sony	24
2.1.5 Les moins représentés.....	26
2.1.6 Résumé du marché actuel.....	27
3. Conséquences de la 4K	28
3.1 Avantages et désavantages.....	28
3.1.1 Détails reproduits.....	28
3.1.2 Photosites et taille de capteur	29
3.1.3 Sur-échantillonnage pour une finalisation 2K ou Full HD	30
3.1.4 Données créées	30
3.2 Une première approche personnelle de la 4K – La Blackmagic URSA.....	31
3.2.1 Détails reproduits et « netteté ressentie »	31
3.2.1.1 Transformation du rush 4K en 1080p.....	32
3.2.1.2 Zoom sur les rushes	32
3.2.1.3 Échantillonnage avec Photoshop	33
3.2.2 Aliasing	34
3.2.3 Observations supplémentaires	36
3.2.4 Conclusion des tests avec l'URSA	36
4. Réalité 4K.....	38
4.1 Une vue d'ensemble – Micro Salon de l'AFC 2015	38
4.2 La 4K et sa netteté – Le point de vue des chef-opérateurs	39
4.3 4K en tournage et données créées – Le point de vue des DITs et assistants caméra.....	42
4.4 Sur-échantillonner, zoomer, recadrer – 4K en post-production	44
5. Conclusions	46
Ressources	50
Netographie générale:.....	50
Bibliographie générale:.....	50
Filmographie générale :	50
Ressources détaillées par chapitres :	50
Annexe.....	53
A. Interview complète avec Yves Cape	53
B. Interview complète avec Olivier Bertrand	58
C. Interview complète avec Arthur Schwarz.....	66
D. Traductions des interventions en anglais.....	68
Liste d'intervenants	70

Introduction

«*Technology pushes the art and art pushes technology*» a dit Robert Rodriguez dans le documentaire *Side by Side* de Christoph Keneally¹. Cette citation est intéressante, car elle relève un problème auquel l'art fait face depuis toujours. Des nouveaux médiums, des nouvelles technologies et des innovations ont influencé la manière dont l'art est produit et dont il est consommé. Les artistes qui ont l'habitude d'un certain médium sont souvent contraints à s'adapter à ces innovations. Ceci est d'autant plus vrai dans le monde cinématographique.

Quand le numérique s'est introduit dans la production cinématographique, il s'est passé justement ceci. Steven Soderbergh a vu par exemple des avantages incroyables dans les nouvelles caméras numériques². Enfin une image propre, loin des aberrations de la pellicule. D'un autre côté, des cinéastes comme Quentin Tarantino s'y sont farouchement opposés. «*Television in public*»³, disait-t-il pour décrire les images construites de pixels. Des longues discussions entre chef-opérateurs et réalisateurs ont eu lieu et continuent jusqu'à aujourd'hui. Pendant cette révolution du numérique, les écrans de cinéma en France ont rapidement changé : en 5 ans, la presque totalité des salles a été équipée en numérique. Pendant que la discussion continue encore, les films au cinéma sont uniquement projetés en numérique. À une époque où la conversion totale vers le numérique semble s'achever, à l'encontre des derniers chef-opérateurs et réalisateurs qui résistent, une nouvelle technologie a vu le jour et est en train de s'intégrer dans la chaîne de production cinématographique, mais aussi celle de la télévision : Les très hautes définitions.

Une nouvelle technologie peut toujours être excitante à découvrir. Personnellement, j'ai fait mes premiers pas dans la photographie en 2008, l'année où le 5D Mark II a chamboulé le secteur audiovisuel. Les capacités de ce petit appareil photographique m'ont laissé étonné et rêveur de ce qu'on pourrait faire avec. Même si la HD s'était déjà installé depuis un certain temps, le 5D Mark II offrait cette absence de profondeur de champ et cette définition qui faisait exploser le nombre de vidéo vimeo, youtube et compagnie. Il y a bien du temps qui est passé depuis le phénomène 5D Mark II et mes avis, tout comme le marché des caméras, ont évolué à une vitesse hallucinante. Aujourd'hui j'ai réalisé que les

¹ Dans *Side by Side*, documentaire 2008, Christoph Keneally

² Interview avec Steven Soderbergh pour *The Collider*, Adam Chitwood, 4 février 2013, <http://collider.com/steven-soderbergh-digital-cameras-48-fps-interview/>

³ Dans *The Hollywood Reporter Roundtable The Directors Full Uncensored Interview*, 2012, à 31:58, <https://www.youtube.com/watch?v=gAK3aUq25fo>

capacités du 5D Mark II sont limitées, qu'outre sa profondeur de champ, il échantillonne son image à 4:2:0 et son utilisation dans le cadre d'une équipe de tournage est embêtante. Mais le 5D Mark II n'est pas le sujet de ce texte, cependant il peut être considéré comme le déclencheur d'une vague de nouvelles caméras qui essaient de se surpasser sans arrêt. Un facteur qui est devenu le champ de bataille préférée des fabricants est la définition. La Full HD n'est guère plus une limite, car la 4K est le nouveau standard avec lequel les fabricants équipent leurs caméras.

Depuis que la 4K s'est monopolisée j'appréhende cette nouvelle définition. Je me pose principalement la question du sens d'une telle définition. J'avais envie de monter sur les barricades et défendre la HD et le 2K en tant que suffisamment détaillé pour la projection cinématographique. Et pourquoi pas ? La très intéressante conférence *Demistifying Digital Camera Specifications* de Larry Thorpe et John Galt⁴ semblait me donner raison à écarter la 4K comme « trop grande » et difficilement intégrable à la chaîne de production actuelle. Mais je ne suis pas resté sur cet avis. Chaque stage, tournage, projet, m'a appris un peu plus et je réalise aujourd'hui que la 4K est arrivée en tournage et qu'elle est utilisée par tous les professionnels du cinéma. Au lieu de la rejeter, il s'agit maintenant de la comprendre.

Ce mémoire est destiné à ceci : comprendre la 4K, ses avantages et désavantages. Pour appréhender cette définition il faut d'abord faire un détour par la caméra numérique, comprendre comment elle fonctionne va nous servir à aborder la suite. Ensuite je donnerai une vue globale des caméras qui constituent actuellement les outils qui sont utilisés pour créer des films, le but principal étant de voir à quel point la 4K a percé dans ce marché de caméras. Puis, vient une partie personnelle où j'aborde d'abord les problèmes et bénéfices que la 4K peut théoriquement avoir pour l'image d'un film ou pour un tournage. Ici je parlerai également des essais caméra que j'ai pu faire avec la Blackmagic URSA. La dernière partie sera consacrée à la parole de professionnels de cinéma et de leurs expérience avec la 4K. Tout ceci pour répondre à la question de où on est actuellement avec la 4K ?

⁴ Voir Ressources : *Demistifying Digital Camera Specifications*, conférence filmée

I. Qu'est-ce que la 4K ?

I.1 La caméra numérique

I.1.1 Sa définition – la 4K

Quand l'image photographique a été inventée, puis déclinée en pellicule pour la prise de vue en continue, on pouvait la décrire de plusieurs manières. On pouvait parler de densité de la couche de grains d'argent, ce qui avait une implication sur la finesse et la résolution de l'image. On pouvait également parler de la taille du négatif et donc de la superficie de la surface photosensible, qui augmente la définition d'image en permettant de déposer plus de grains d'argent. Quand le numérique a fait son entrée au monde professionnel, la terminologie changeait, mais décrivait approximativement les mêmes facteurs de l'image. On peut décrire une image numérique par son format, sa compression ou sa définition. Ce dernier terme est le plus connu et le plus couramment utilisé. La définition exprime de combien de pixels une image est construite. Le pixel est l'unité la plus petite d'une image numérique. Il a une valeur de couleur (ou de niveaux de gris dans le cas d'une image noir et blanc) qu'il crée avec les trois couleurs de base de la lumière : rouge, bleu et vert. En mettant plusieurs pixels l'un à côté de l'autre, on construit une image numérique. Plus il y a de pixels, plus il y a de définition. La définition est décrite par la formule suivante :

$$D = D_v \times D_h$$

D_v est la définition verticale et D_h est la définition horizontale, ce qui correspond au nombre de pixels verticaux et horizontaux. Une définition courante est celle du standard Full HD, qui est présente dans beaucoup de caméras de cinéma : 1920x1080 pixels. On constate alors qu'une image Full HD contient un peu plus de 2 Mégapixels. Le standard HD a vu différentes définitions avant d'arriver à 1920x1080 pixels, qu'on connaît bien aujourd'hui. Il y avait par exemple les définitions 720p et 480p (respectivement 1280x720 et 850x480 pixels) qui sont considérés également comme de la HD, comme de la « High Définition ». Cependant, ces définitions sont plus utilisées par la télévision, au cinéma on parle d'une définition proche, mais avec un ratio différent : la 2K. Cette définition est constituée de 2048x1080 pixels et est donc légèrement plus large.

La 4K est la prochaine étape après la 2K, qui commence à s'introduire autant dans le marché professionnelle, qu'amateur. De plus en plus, des télévisions capables d'afficher la 4K apparaissent dans les magasins et il semble que la Full HD et la 2K sont dépassées. Il faudra cependant clarifier le terme 4K. Tout d'abord on appelle la 4K par ce terme, car le K représente le suffixe mathématique kilo, qui décrit le millier (10^3). En ceci le terme 4K

correspond à peu près au nombre de pixels horizontaux. Cependant, il y a plusieurs définitions d'acquisition et de diffusion qui se réunissent sous le terme 4K. Les formats qui vont nous intéresser ici sont les formats d'acquisition des caméras de cinéma. Il faut tout d'abord mentionner la définition standard 4096x2160 pixels, qui a été fixé comme base de diffusion par la *Digital Cinema Initiative* (DCI), un consortium réunissant entre autres les plus gros studios d'Hollywood⁵. Cette définition correspond à un ratio de 1,9 :1 et réunissent à peu près 8,8 Mégapixel. Le ratio 1,9:1 permet par la suite d'obtenir n'importe quel ratio en rognant l'image (Cinémascope 2,39:1 revient à une définition de 4096x1716 pixels, 1.85:1 revient à une définition de 3996x2160 pixels). Cette base de 4096x2160 pixels sert aussi comme définition standard pour les caméras de cinéma 4K. Il faut être vigilant à ne pas confondre la définition 4K de cinéma avec celle de la télévision, qui a été défini par la *International Telecommunication Union* (ITU) en étant 3840x2160 pixels (appelé UHD TV-1, *Ultra High Definition Television*)⁶, ce qui correspond à un ratio de 16:9, le standard de la télévision. La 4K offre à peu près quatre fois plus de pixels que la définition 2K ou Full HD, en fonction de si on regarde les standards de la télévision ou celle du cinéma. Ces standards ont été largement repris sur une échelle internationale et la France fait partie des pays qui les ont adoptés.

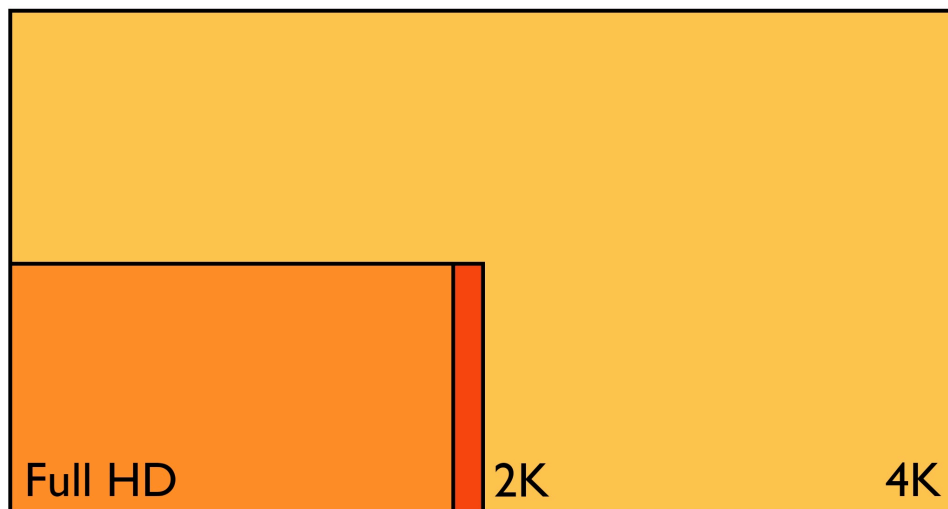


Figure 1 : Comparatif de la définition Full HD, 2K et 4K

⁵ *Digital Cinema System Specification Version 1.2*, Digital Cinema Initiatives, LLC, page 31, http://dcimovies.com/specification/DCI_DCSS_v12_with_errata_2012-1010.pdf

⁶ *Recommandation ITU-R BT.2020-1 : Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange*, page 2, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.2020-1-201406-1!!PDF-E.pdf

1.1.2 Le capteur – entre pixels et photosites

Une image numérique est enregistrée par ce qu'on appelle un capteur. Les premiers capteurs numériques ont été développés par Kodak dans les années 70. Le fameux CCD – *Charged Coupled Device* – inventé par Steve Sasson n'était alors qu'au début de sa longue carrière. Un capteur possède sur sa surface des photosites, des minuscules circuits photosensibles qui transforment une charge lumineuse qu'ils reçoivent, en un signal électrique. Comme dit plus haut le pixel est l'unité la plus petite d'une image numérique. Mais le capteur a lui aussi sa plus petite unité, c'est le photosite. Les informations lumineuses d'un photosite peuvent apporter soit une partie, soit l'intégralité des informations qui vont constituer un pixel. Ce qui est très important, est de faire la différence entre pixel et photosites, car le nombre de photosites est trop souvent confondu avec le nombre de pixel de l'image finale.

La plupart des capteurs aujourd'hui possèdent une matrice Bayer. La matrice de Bayer sert comme un filtre lumineux devant le capteur qui permet de laisser passer une seule couleur de la lumière et qui l'a projette sur chaque photosite. Elle est le plus souvent représentée de cette manière :

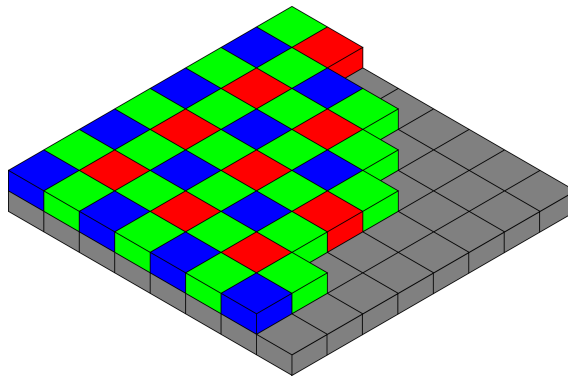


Figure 2 : Matrice de Bayer⁷

On peut constater sur cette représentation que chaque photosite du capteur (représenté en gris) est devancé par un filtre de couleur verte, bleue ou rouge. Les filtres verts sont deux fois plus représentés que les bleus et rouges. En théorie, chaque pixel de l'image finale devrait donc être créé par quatre photosites : deux verts, un bleu et un rouge. Dans cette logique, chaque pixel aura les trois informations colorimétriques dont il a besoin pour avoir sa couleur finale. Néanmoins, pour réduire les données créées par les caméras d'aujourd'hui et pour économiser de la place et des photosites sur la surface du capteur, ceci est rarement le cas. En effet beaucoup de caméras possèdent un capteur avec un photosite par pixel, c'est-à-dire que les informations du capteur doivent être « débayerisées » à la

⁷ Image de la page *Bayer filter* de Wikipédia, créée par l'utilisateur Cburnett, CC BY-SA 3.0 : http://en.wikipedia.org/wiki/Bayer_filter#mediaviewer/File:Bayer_pattern_on_sensor.svg

sortie avant qu'on puisse voir une image totalement en couleur. Ce processus numérique interprète généralement avec un algorithme les différentes valeurs de rouge, vert et bleu autour de chaque photosite pour les ajouter au pixel final. Prenons deux exemples de caméras pour illustrer ces deux manières d'acquisition.



Figure 3 : Schéma du capteur de la Panavision Genesis qui obtient une image finale avec un nombre de photosites supérieur à l'image finale

Cet exemple montre le fonctionnement du capteur de la Panavision Genesis. Chaque photosite est doté d'un filtre de couleur, mais qui n'est pas une matrice de Bayer. Chaque pixel est alors créé avec les informations de six photosites : deux rouges, deux verts et deux bleus. Cette manière veut dire que chaque pixel est créé avec des informations lumineuses concrètes du capteur et il n'y a aucun besoin de débayeriser ces informations pour créer l'image finale.



Figure 4 : Schéma du capteur de la F55 qui obtient une image finale avec le même nombre de photosites que de pixel

Prenons en deuxième exemple la F55, capable d'enregistrer une définition 4K. La F55 possède obligatoirement une matrice Bayer, car son capteur a un nombre égal de photosites au nombre de pixels dans l'image finale. Un pixel est donc créé de l'information d'un photosite et de l'interprétation (débayerisation) des photosites environnants.

On peut à priori établir l'argument que le premier exemple (Panavision Genesis) devrait créer une image de qualité supérieur, car l'interprétation numérique de six photosites pour un pixel devrait être très précis pour sa teinte de couleur. De l'autre côté la F55 doit interpréter (débayeriser) les différentes informations colorimétriques du capteur pour attribuer des valeurs concrètes à chaque pixel. La deuxième manière est évidemment la plus économique, car on réduit le nombre de photosite qui doit se trouver sur la surface du capteur. C'est pour ceci qu'une grande partie des capteurs d'aujourd'hui fonctionne de cette manière.

1.1.3 Sa fréquence d'échantillonnage et sa quantification

Il y a deux autres facteurs qui ont une incidence sur la qualité de l'image et donc sur la manière dont la définition est reproduite : la fréquence d'échantillonnage et la quantification. Chaque image numérique est créée par ces deux processus qui définissent comment les informations brutes du capteur sont interprétées. Le signal électrique que le capteur crée

est analogique et doit être converti en un signal numérique. C'est à cette étape que la quantification et la fréquence d'échantillonnage rentrent en jeux.

La quantification définit le nombre de différentes teintes de couleur un pixel peut avoir. Comme vu avant, chaque pixel est constitué de trois valeurs de couleur rouge, vert et bleu. En fonction du nombre de bit disponible pour encoder ces trois valeurs de couleurs pendant la transformation du signal électrique du capteur en signal numérique, le nombre de couleur augmente ou baisse. Pour savoir combien de valeurs de couleur un pixel peut avoir, il faut utiliser le calcul :

$$q = 2^n \quad | \quad n = \text{valeur de bit}$$

Si la quantification se fait par exemple sur 8 bits, chaque couleur de chaque pixel peut avoir une des 256 valeurs de couleur disponible. Si le nombre de bits s'élève à 10 bits, la valeur augmente à 1024 différentes teintes de couleur.

Ensuite, la fréquence d'échantillonnage définit combien de ces informations colorimétriques sont incluses dans l'image finale. Chaque pixel possède ses trois valeurs de couleurs, ce qui crée beaucoup d'informations à gérer. La fréquence d'échantillonnage peut réduire ces informations en incluant qu'une certaine partie des informations rouge et bleu du signal. L'échantillonnage s'exprime par trois chiffres qui représentent la composition des couleurs. Un échantillonnage « complet » s'exprimerait par : 4:4:4. Ceci veut dire que chaque couleur de chaque pixel est échantillonnée à sa pleine valeur. Il est cependant courant de sous-échantillonner ces informations, en appliquant le procédé 4:2:2. Ceci veut dire que la couleur verte est échantillonnée au complet pour chaque pixel, mais que les couleurs bleu et rouge sont enlevées à la moitié des pixels, c'est-à-dire que tout les deux pixel, les informations rouge et bleu manquent. Les informations de colorimétrie de l'autre moitié ne sont pas enregistrées. Une dernière manière d'échantillonner est le 4:2:0 ou 4:1:1, souvent utilisée dans les caméras d'entrée de gamme. Cette manière divise par quatre les informations de colorimétrie bleu et rouge (que chaque quatrième pixel retient toutes les informations).

La fréquence d'échantillonnage s'applique à l'image finale, mais on pourrait néanmoins mentionner le fait que la matrice de Bayer ressemble à un échantillonnage 4:2:2. Un capteur avec une matrice de Bayer doit obligatoirement interpréter une partie des informations colorimétrique et pour créer un signal échantillonné à 4:4:4 le capteur manque en théorie d'informations. Ceci dit, il peut tout à fait créer ces informations colorimétriques numériquement puis les enregistrer, mais ceci doit être considéré comme « up-sampling » et donc comme une manière de créer des informations qui n'existaient pas à la source du capteur.

Globalement on peut dire qu'un échantillonnage 4:4:4 est toujours préférable aux deux autres manières d'échantillonner, car c'est la seule manière de conserver autant

d'informations de colorimétrie que de luminance, ceci évidemment au prix d'un débit supérieur, qui nécessitera plus d'espace de stockage pour les fichiers numérique.

1.1.4 Sa taille de capteur

Les caméras numériques présentent une multitude de tailles de capteur différentes. Les débuts du capteur numérique le limitaient techniquement, mais surtout économiquement à des tailles bien inférieures à ceux qui étaient connues d'un négatif de pellicule. Les négatives courantes utilisées au cinéma étaient le 16mm en tant que format économique, mais de moins bonne qualité, le 35mm en tant que format universel qui servaient à la plus grande partie de la production cinématographique et le 70mm, le format phare avec la meilleure qualité possible, mais évidemment à un coût bien supérieur aux autres. Parmi ces trois tailles de base on déclinait en fonction des besoins le support. L'invention du Super16mm permettait par exemple de gagner un peu de place sur le négatif en omettant les pistes audio et un côté des perforations. La même chose était faite pour le 35mm, qui existe en 2-, 3- et 4-perforations, qui sont utilisées en fonction de l'image à enregistrer (2-perf pour un cinémascope non-anamorphosé avec une perte d'image vertical, 3-perf pour une image de base qui peut créer plusieurs ratios et le 4-perf pour l'anamorphique).

Le numérique est un peu plus complexe, car à ses débuts la taille du capteur était surtout une question de prix. Créer un capteur de la taille d'un négatif de pellicule était simplement trop cher et on préférait alors des formats plus petits, à savoir le 1/4 de pouce (autrement écrit : 1/4" - 3.2mm x 2.4mm), 1/3" (4.8mm x 3.6mm), 1/2" (6.4mm x 4.8mm) et 2/3" (8.8mm x 6.6mm). Tous ces formats de capteur avaient un ratio 4/3. Le format 2/3" est encore aujourd'hui utilisé dans certaines caméras de télévision, mais en dehors de cette application les capteurs sont devenus beaucoup plus grands, notamment en ce qui concerne les caméras numériques de cinéma. Ces caméras, étant donné leur orientation vers le marché du cinéma, recherchent souvent de retrouver une taille de capteur proche de celui du négatif Super35mm (24.89mm x 18.66mm 4-perf), qui a été le plus couramment utilisé. Ceci permet de retrouver la profondeur de champ bien connue des optiques 35mm argentique, qui produisent aussi le même angle de champ que sur une caméra pellicule Super35mm. Le tableau ci-dessous montre quelques tailles de capteur actuel de caméras qui sont vendues avec des capteurs Super35mm. On peut voir que la taille des capteurs varie, même s'ils se rapprochent tous de la taille d'un négatif Super35mm.

Ce qu'il faut prendre en compte en regardant ces tailles de capteurs est le fait qu'ils abritent tous à peu près les mêmes définitions. Presque toutes ces caméras permettent d'enregistrer une définition 4K, mais ceci sur des tailles de capteur au final très différentes. La RED Dragon permet une définition 6K sur presque la même surface que la 3.4K de l'Arri Alexa XT. De même, le capteur de la F65 abrite presque 20 Million de photosites. Les photosites doivent donc être de plus en plus petits pour rentrer sur la même surface

sensible au fur et à mesure que la définition enregistrable augmente.

Caméras numériques S35mm	Taille du capteur
S35mm 4-perf	24.89mm x 18.66mm
Arri Alexa, Arri Alexa XT, Arri Amira	28.17mm x 18.13mm
RED One, RED Epic	30mm x 15mm
Sony F65	24.7mm x 13.1mm
Blackmagic URSA	21.12mm x 11.88mm
Canon C500	26.2mm x 13.8mm
AJA Cion	22.5mm x 11.9mm

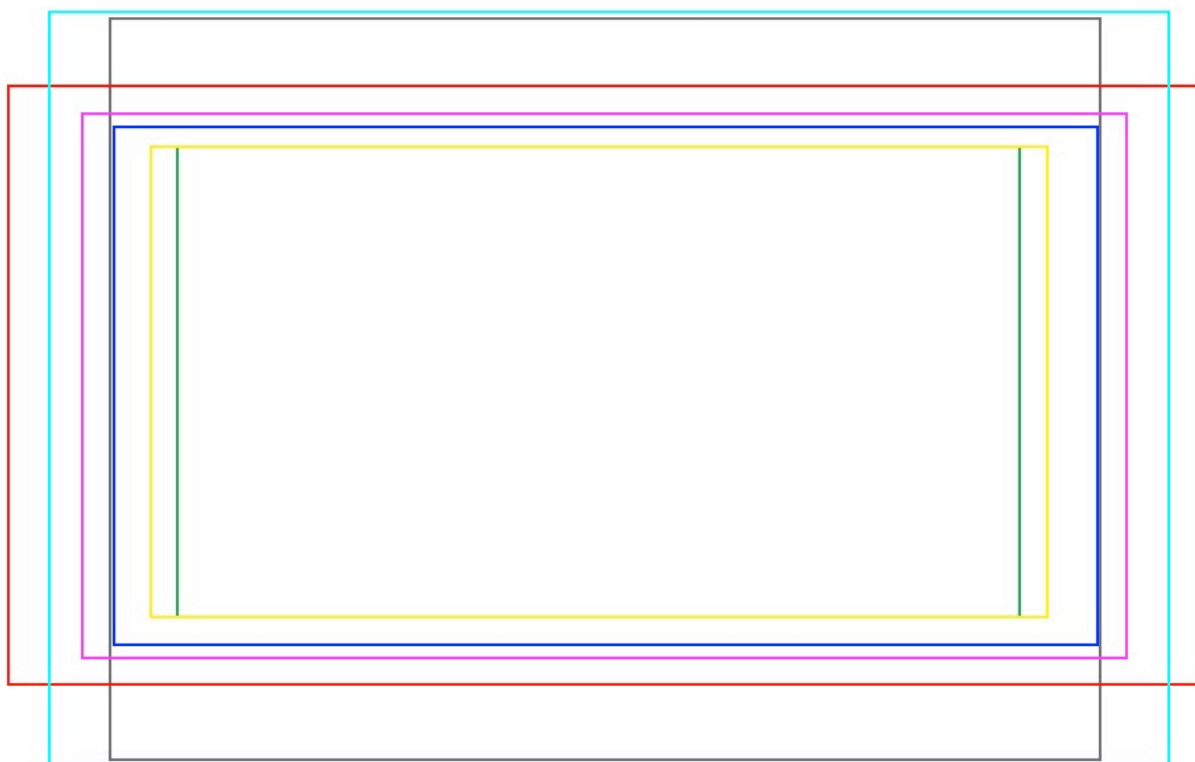


Figure 5 : Comparatif de taille de capteur, les couleurs correspondent aux caméras du tableau

2. L'état des caméras actuelles

2.1 Les caméras actuelles

Il s'agit ici de dresser un portrait du marché actuel des caméras numériques de cinéma. Cette liste n'est pas exhaustive. Aujourd'hui les supports se multiplient à grande vitesse et il est difficile d'englober toutes les caméras. Ici je vais me concentrer sur les caméras dites « de cinéma ». Elles se qualifient par leurs capacités qui les destinent à un usage de tournage de films de fiction, long- ou court-métrages, avec la possibilité d'une exploitation en salle de cinéma. Ces caméras offrent donc des caractéristiques qui bénéficient à une équipe de tournage de fiction. Elles peuvent par exemple être équipées d'un certain nombre d'accessoires, comme des écrans supplémentaires et des tiges 15mm ou 19mm pour les équiper d'un follow focus ou d'une mattebox. De plus la monture d'objectif permet l'utilisation des optiques PL, conçues pour les objectifs de cinéma des grands fabricants Zeiss, Arri, Leica, Cooke, etc. À une époque où le marché audiovisuel, autant la télévision que le cinéma, se dirige vers la définition 4K, j'essaie de faire cette délimitation de « caméra de cinéma », car je devrais autrement inclure aussi les caméras Broadcast. Ces caméras sont des appareils conçus pour être utilisés par un seul cadreur, soit pour des reportages, soit dans un environnement de studios de télévision. Ils ont pour la plupart des capteurs 2/3", contrairement aux « caméras de cinéma », qui possède des capteurs de taille S35mm (cf. I.1.4).

Soyons tout de même averti du fait que des caméras contemporaines sont utilisées de manières très diverses. L'utilisation prévue par un fabricant n'est pas forcément celle qui est faite par les professionnels du cinéma. Il est possible qu'une chaîne de télévision recherche une image de plus grand capteur et va donc choisir un autre type de caméra. De même des films de fictions recherche peut-être l'image d'une caméra de télévision. L'exemple phare est la caméra F900 de Sony qui a clairement été destiné à la télévision. Tout de même George Lucas l'a utilisé sur le film *Star Wars Episode II* (2002), car il était fasciné par le numérique. Même si la caméra a été modifiée par Panavision pour correspondre plus aux standards du cinéma, sa destination première n'a pas été le cinéma.

La liste suivante englobe cinq grands fabricants qui ont créé des caméras numériques qui ont servi aux tournages de film de fiction. Elles n'atteignent pas toutes la définition 4K, mais par souci de dresser un portrait complet du marché actuel je les ai également inclus. Il s'agit ici de montrer la multitude de caméras qui est disponible par rapport à l'époque de la pellicule, où les trois grands fabricants - Panavision, Arri et Aaton - dominaient le marché. Il s'agit également de voir à quel point la définition 4K est aujourd'hui disponible.

2.1.1 Arri

Arri est le plus grand fabricant de matériel cinématographique du monde. Depuis 1917, Arri (à l'époque encore Arnold und Richter Cine Technik) fabrique lumières, caméras et machinerie pour le cinéma. Les caméras 16mm, 35mm et 70mm d'Arri ont toutes été utilisées à travers le monde pour créer des films de cinéma. Par soucis de suivre les innovations du numérique, Arri développe sa première caméra numérique en 2003, la D-20. Cette caméra numérique avec une qualité proche de ce que l'Alexa produit maintenant, témoigne de l'incertitude envers le numérique avec un corps caméra qui suit l'idée de celui d'une caméra traditionnelle à pellicule. Le viseur optique devant le capteur numérique, qui oblige à ce que l'obturateur soit constamment en mouvement, en est qu'une des problèmes de cette caméra. En 2003, le numérique au cinéma était encore à ses débuts. Dans cette ligne suit la D-21 en 2008, puis l'Alexa, qui est utilisée depuis 2010. Au jour d'aujourd'hui, Arri est représenté avec quatre caméras.

Nom	Taille du capteur	Photosites	Définitions possibles à la sortie	Année d'introduction
Arri Alexa	S35mm (28.17mm x 18.13mm)	3414x2198	2880x2160 (2.8K ArriRaw) 2048x1152 (2K ProRes) 1920x1080 (Full HD ProRes)	2010
Arri Alexa XT	S35mm (28.17mm x 18.13mm)	3414x2198	3414x2198 (3.4K ArriRaw OpenGate) 2880x2160 (2.8K ArriRaw 4/3) 2880x1620 (2.8K ArriRaw 16/9)	2013
Arri Amira	S35mm (28.17mm x 18.13mm)	3414x2198	3840x2160 (4K UHD ProRes) 2048x1152 (2K ProRes) 1920x1080 (Full HD ProRes)	2014
Arri Alexa65	65mm (54.12mm x 25.58mm)	6560x3102	6560x3102 (6K ArriRaw)	2015

Tableau 1 : La gamme des caméras numériques actuelle d'Arri

L'Alexa est la caméra phare d'Arri et fait ses preuves depuis 2010. Elle est effectivement beaucoup appréciée pour sa qualité d'image que plusieurs grands directeurs de photographie ont pris comme alternatives réaliste à la pellicule. Roger Deakins par exemple a dit : « *After shooting on film for all my life, Alexa was the first digital camera I saw where I thought the technology had crossed the knife edge and taken us into a new world* »⁸. L'Alexa se décline en deux versions : sa version de base, et la version XT, ici listées comme deux caméras indépendantes. En soi les deux possèdent le même capteur, mais la XT a ajouté quelques fonctionnalités au système Alexa, entre autre la capacité d'enregistrer sur des cartes différentes et non pas uniquement sur des cartes SxS comme sur sa version de base. On peut également mentionner le fait que les deux versions existent en quatre formats : normal, mini et studio. La Mini est un petit boîtier qui contient uniquement le capteur et

⁸ Dans *The Most Complete Digital Cinema Camera System Ever Built : Alexa*, prospectus publicitaire d'Arri pour la caméra Alexa, non-datée, pour la traduction voir l'annexe D

l'enregistrement se fait dans le corps caméra déporté et la Studio est une Alexa avec obturateur mécanique et viseur optique. L'Alexa était à la base une caméra conçue pour livrer ses rushes en 2K. Les formats compressés de la caméra ne permettaient pas de dépasser cette définition. Il était néanmoins possible d'enregistrer du ArriRaw, qui lui avait une définition de 2,8K en enregistrant toutes les informations du capteur. La toute dernière mise à jour (SUP 11) est intéressante, car Arri a modifié le mode *Open Gate* de leurs caméras Alexa XT. Le mode *Open Gate* permet d'enregistrer toute la surface du capteur en Raw et étant donné que le capteur possède 3414x2198 photosites, l'Alexa XT peut créer une définition de 3,4K en données Raw. Au Micro Salon 2015 de l'AFC j'ai pu assister à une présentation d'Arri où ils présentaient cette nouvelle mise à jour en tant que format qui permet d'extrapoler la 4K de ces rushes 3,4K, images à l'appui. Même si on parle ici de sur-échantillonnage on peut donc considérer que l'Alexa est elle aussi arrivée à une définition de 4K, ce qui n'était pas le cas avant.

L'Arri Amira est une autre caméra que Arri a introduite en 2014. L'Amira possède le même capteur de l'Alexa, mais finalise ses rushes en soi 4K soi 2K compressés en ProRes. L'Amira semble être conçue plutôt pour le marché de la télévision en étant moins complète que l'Alexa. Stephan Schenk, Managing Director d'Arri Cine Technik, a dit à ce propos : « *We received a lot of feedback for such a camera from other more TV-orientated markets, where a large sensor look is requested more and more. Before AMIRA, the right camera was not available for these kinds of mostly-single operator or handheld style applications. [...] ARRI's film cameras were used by many cinematographers for doc-style projects like magazine shows, reality, documentaries, corporate, etc. With AMIRA, we again want to give cinematographers a tool that suite their needs in these applications.* »⁹. L'Amira utilise le même processus de sur-échantillonnage que l'Alexa pour arriver à sa définition 4K, à la différence qu'elle l'opère à l'intérieur de la caméra.

Très récemment Arri a introduit sa dernière caméra : L'Alexa65, la première caméra numérique avec un capteur de la taille d'un négatif 65mm avec une définition de 6K. L'Alexa65 est en effet une caméra assez spéciale, car elle nécessitera des efforts particuliers pour la faire tourner « normalement ». La caméra sera uniquement louée par Arri Rental et ne pourra être achetée. Inclut dans la location se trouve un système de back-ups, le Codex Vault S, sans lequel les données assez lourdes de la caméra ne pourraient être gérées. La taille du capteur est directement inspirée par la caméra Arriflex 765, la dernière caméra 65mm qu'Arri a produit et est censée permettre d'avoir les mêmes avantages qu'un négatif de cette taille pour le monde numérique. Elle va certainement avoir des applications spécifiques, pas forcément accessible à tout le monde. Franz Kraus, Managing Director d'Arri, décrit la place de l'Alexa 65 comme telle : « *There is probably little demand for it today, but I think everybody who had shot in the larger format, be it IMAX, 65mm or Vistavision, indulged*

⁹ Dans *Film And Digital Times*, page 12, Arri : *Full Factory Tour*, Camerimage Edition 65C, Nov 2014, Jon Fauer, pour la traduction voir l'annexe D

in the beauty of the large real estate of the format. When you have more of the same good pixels it makes a difference, just as it does when you have a larger area with the same fine grain structure of film. Size matters in digital times too. »¹⁰. La caméra est très récente et peu d'utilisation en a été pour l'instant faite, mais d'après les nouvelles les plus récentes, le directeur de photographie Emmanuel Lubezki l'utilise sur le dernier film de Alejandro González Iñárritu *The Revenant*, actuellement en tournage¹¹.

L'Alexa65 marque un bond pour Arri, car elle arrive au moment où l'Alexa et l'Amira arrivent à une définition sur-échantillonnée de 4K. Avant décembre 2014, Arri était le seul fabricant qui tenait à la définition 2K ou 2.8K en Raw. Arri semble être pris dans une vague de très haute définition, qui n'était pas observable préalable à l'Alexa65. À ce propos Stephan Schenk dit : *« To make it very clear, Arri never was and still is not against 4K or UHD, although some people might have that impression. We just want it for the right reasons. We feel that there is too much hype and marketing and too little education on what is real and doable. Certainly, there are benefits to higher spatial resolution but this is only one aspect of getting a better image. Better dynamic range, better colors, higher frame rates, and a number of other factors also come into the equation. »*¹².

2.1.2 Panavision

Fondé en 1954 pour fabriquer des optiques anamorphiques pour les salles de projection, Panavision a émergé depuis les années 50 comme le deuxième plus grand fabricant de matériel cinématographique derrière Arri. Tout comme son concurrent allemand, Panavision est reconnu pour sa large gamme de caméras de cinéma qui englobe le 35mm et le 70mm. L'arrivée du numérique a entraîné une coopération pour Panavision, qui s'est mis du côté de Sony pour produire la fameuse « Star Wars Cam », la HDW-F900, qui a été utilisé dans sa version « panavisée » sur le tournage de *Star Wars Episode II* de George Lucas, comme déjà mentionné plus haut. Depuis une seule autre caméra numérique est sortie de la maison Panavision : la Genesis.

Nom	Taille du capteur	Photosites	Définitions possibles à la sortie	Année d'introduction
Panavision Genesis	S35mm	5760x2160	1920x1080 (4:4:4 non-compressé)	2005

Tableau 2 : La caméra numérique actuelle de Panavision

La Genesis m'a déjà servi comme exemple dans la partie 1.1.2 et elle est intéressante, car elle illustre bien cette différence entre pixel et photosite, en étant la seule caméra actuellement disponible qui n'utilise pas de matrice de Bayer pour échantillonner les

¹⁰ Dans *Film And Digital Times*, page 33, Arri : *Full Factory Tour*, Camerimage Edition 65C, Nov 2014, Jon Fauer, pour la traduction voir l'annexe D

¹¹ Emmanuel Lubezki Is Using the ALEXA 65 on His Next Project, Iñárritu's 'The Revenant', Robert Hardy, Article Nofilmschool.com du 26 février 2015, <http://nofilmschool.com/2015/02/emmanuel-lubezki-using-arri-alexa-65-inarritu-revenant>

¹² Voir note de bas de page 9, page 10, pour la traduction voir l'annexe D

couleurs, mais qui a 6 photosites dédiés pour chaque pixel. La Genesis a cet avantage technique de son capteur, mais d'un autre côté possède un très gros désavantage qui est son âge. Cette année elle existera depuis déjà 10 ans, ce qui est une éternité pour les standards de l'avancement de la technologie d'aujourd'hui. Elle n'est de plus pas capable d'enregistrer une définition supérieure au Full HD, même si ce Full HD est en théorie un « vrai » Full HD. Sa technologie est en train de vieillir rapidement et pour l'instant Panavision n'a annoncé aucune caméra pour remplacer la Genesis. Il semble que Panavision se concentre sur le marché des optiques et sa présence en tant que loueur de matériel de cinéma, où il est très bien établi. Panavision a tout de même annoncé une nouvelle caméra numérique avec un capteur 70mm en 2012¹³, mais pour l'instant aucune information supplémentaire a été révélé et probablement plus important est le fait qu'ils viennent de se faire dépasser par Arri en ce qui concerne le grand capteur. Aucune annonce n'a été faite quelle définition cette caméra pourrait avoir.

2.1.3 RED

On ne peut dresser un portrait des caméras numériques actuelles de cinéma sans parler des caméras RED. Faisant le saut improbable du marché de lunettes de soleil vers les caméras numériques de haute gamme, Jim Jannard fonda en 2005 la Red Digital Cinema Camera Company. En 2007 sortira la première caméra numérique, la RED One. RED est devenu une compagnie incontournable dans le monde des caméras numériques, car dès son arrivée sur le marché, RED a misé sur une très haute définition de 4K sur un capteur de taille S35. Beaucoup de gens ont été très impressionnés par les capacités de la caméra, d'autres peu content de sa maniabilité, mais avec la sortie de leur dernier capteur : le Dragon, capable d'une définition de 6K, RED a confirmé sa position de fabricant de caméras de haute gamme.

Nom	Taille du capteur	Photosites	Définitions possibles à la sortie	Année d'introduction
RED One Mysterium-X	S35mm (30mm x 15mm)	5556x2780	4480x1920 (4.5K Raw) 4096x2304 (4K Raw)	2007
RED Epic Mysterium-X	S35mm (30mm x 15mm)	5556x2780	5120x2700 (5K Raw) 4096x2160 (4K Raw)	
RED Epic Dragon	S35mm (30mm x 15mm)	6144x3160	6144x3160 (6K Raw) 5120x2700 (5K Raw)	2014

Tableau 3 : La gamme des caméras numériques actuelle de RED

RED est intéressant de par leur approche à miser sur les très hautes définitions et sur le Raw en s'occupant moins de la forme de leurs caméras que de la qualité d'image qu'elles produisent, ce qui a permis à RED de se faire une place. La RED One est connue pour sa

¹³ RED, Arri, and Sony: Meet Panavision's 70mm Digital Cinema Camera, Joe Marine, Article Nofilmschool du 6 janvier 2013, <http://nofilmschool.com/2013/01/red-epic-dragon-arri-alexas-sony-f55-f65-panavision-70mm-camera>

forme peu commune, mais elle a pu convaincre certains cinéastes dès son entrée sur le marché. Le plus fervent défenseur de RED est certainement Steven Soderbergh, qui a dès que possible mis une main dessus. Il a de plus réalisé le premier long-métrage tourné avec la RED One : *Che* (2008). Dans une interview avec Steve Weintraub pour *The Collider*, Soderbergh parle des caméras RED comme son outil préféré : « *I have a long history with RED so I'm partial to RED. I like the way it looks, I like the way it works, I like its size. The Sony camera that's a nice image, but the thing is a boat anchor. When I first saw the Panavision Genesis I knew that wasn't going to work because it was bigger than a Panaflex. The whole point is we want it smaller. The thing about the Epic, which can record full resolution without being connected to anything, you know, we have that shot in Side Effects where Rooney puts her foot on the gas, I just stripped everything off the body and stuck the camera behind the gas pedal. Normally you'd have to saw a hole in the car to get that shot. That's the shit I want. I want to be able to put it wherever I want.* »¹⁴. Étant donné la jeunesse de RED sur le marché des caméras numériques, ils ont repensé complètement le concept de la caméra : ce que certains voient comme une « caméra Lego », qu'il faut lourdement équiper, d'autres la voit comme grande révolution qui permet autres choses qu'une caméra traditionnelle. Ce qui est clair est que RED a misé dès sa première caméra sur la définition 4K et n'a cessé de l'accroître avec chaque mise à jour.

Le modèle suivant, la RED Epic permet d'enregistrer une définition 5K pixels et plus récemment RED a conçu le capteur Dragon, qui lui permet une définition de 6K pixels. Les capteurs sont conçus par RED et ont une taille légèrement plus large que le format S35mm, ce qui permet d'enregistrer une multitude de formats, tel l'anamorphique. RED ne se concentre d'ailleurs pas uniquement sur la définition, mais accroît aussi la latence d'exposition du capteur. Actuellement, RED et Arri sont les deux seuls fabricants qui permettent réellement d'enregistrer une définition supérieure à la 4 K. Étant donnée la place spéciale de la caméra d'Arri, L'Alexa65, la RED Dragon est la seule option « bon marché » pour atteindre une telle définition.

2.1.4 Sony

Sony est le dernier grand fabricant qui est actuellement présent dans le marché des caméras numériques de cinéma. Sony était traditionnellement beaucoup plus présent dans la fabrication des caméras Broadcast pour la télévision, mais a depuis peu misé sur une série de caméras qui sont tout à fait capables d'enregistrer des images cinématographiques et qui ont fait leurs preuves sur des longs et courts métrages. Sony a une très large gamme de caméras et je vais ici me concentrer sur trois modèles « haut de gamme » qui me paraissent le plus adaptée pour cette liste.

¹⁴ Steven Soderbergh Talks His Preferred Digital Cameras, 48 FPS, Whether Digital Can Ever Match IMAX Quality, Kickstarter, and More, Adam Chitwood, Article de *The Collider* du 4 février 2013, <http://collider.com/steven-soderbergh-digital-cameras-48-fps-interview/>, pour la traduction voir l'annexe D

Nom	Taille du capteur	Photosites	Définitions possibles à la sortie	Année d'introduction
Sony F5	S35mm	11,6 Mégapixels	2048x1080 (2K Raw ou compressé) 1920x1080 (Full HD compressé)	2013
Sony F55	S35mm	11,6 Mégapixels	4096x2160 (4K Raw ou compressé) 2048x1080 (2K Raw ou compressé) 1920x1080 (Full HD compressé)	2013
Sony F65	S35mm (24.7mm x 13.1mm)	20 Mégapixels (8192x2160)	4096x2160 (4K Raw) 1920x1080 (Full HD compressé)	2012

Tableau 4 : La gamme des caméras numériques actuelles de Sony

Même en gardant toujours le secteur télévision en tête, la F65 était une des premières caméras de Sony qui a été plus conçue pour des applications cinématographiques. Le capteur de la F65 a été conçu avec 20 Millions de photosites (dont 17,7 Millions effectifs), ce qui permet de sur-échantillonner la définition finale de 4K (8,8 Mégapixel enregistrés). De plus le capteur ne possède pas une matrice de Bayer, mais des photosites inclinés à 45°, ce qui crée une grille de photosites très dense. C'est grâce au sur-échantillonnage, qui suit l'idée de la Panavision Genesis, et son large Gamut de couleur, que la F65 est appréciée pour le cinéma. Le directeur de la photographie Christophe Beaucarne l'a par exemple utilisée sur *La chambre bleue* de Mathieu Almaric (2014) : « *La F65 est très bien en très basse lumière et pour le rendu des couleurs. Pour la scène d'été, quand les amants partent en vacances aux Sables d'Olonne, on s'est retrouvé sur une plage avec 20 000 personnes ! Comme cette caméra n'est pas très impressionnante, personne n'a prêté attention au tournage. C'était très coloré et la F65 m'a permis de garder les couleurs assez fortes et belles.* »¹⁵.

Suite à la F65, Sony a comblé le trou entre ses caméras Broadcast et la F65 en très haut de gamme avec le couple de caméra F5 et F55. Les deux caméras sont beaucoup utilisées dans le monde de la fiction, mais notamment la F55 a une place de concurrence avec l'Alexa et les REDs. En effet la F55 peut enregistrer en définition 4K Raw avec un enregistreur externe. La F5 a été depuis peu mise à jour, suite à un utilisateur qui a découvert que la caméra est bridée pour ne pas dépasser la définition 2K. Les deux caméras enregistrent maintenant en 4K. La F55 a par exemple servi sur le tournage de *Vie Sauvage* de Cédric Kahn (2014) et le directeur de la photographie Yves Cape a fait des essais très complets avant de choisir la F55 pour son image : « [...] *notre choix s'est très vite porté sur la Sony F55. Entre autres pour son "look" très intéressant en 4K, la qualité de son rendu des couleurs chaires, la facilité avec laquelle les images s'étalonneront naturellement et aussi pour son poids et son encombrement.* ». Il était d'un autre côté moins content de la conception de la caméra : « [...] *c'est une caméra conçue pour faire des longs métrages et elle n'est, très clairement, pas adaptée à ça ! La visée numérique est de mauvaise qualité, avec un mauvais rendu des couleurs, pas de*

¹⁵ Le directeur de la photographie Christophe Beaucarne, AFC, SBC, parle de son travail sur "La Chambre bleue" de Mathieu Almaric, Brigitte Barbier pour l'AFC, 15 mai 2014, <http://www.afcinema.com/Le-directeur-de-la-photographie-Christophe-Beaucarne-AFC-SBC-parle-de-son-travail-sur-La-Chambre-bleue-de-Mathieu-Almaric.html>

réserve, une mauvaise connectique et beaucoup de stroboscopie. Le support de visée est trop fragile et pas pratique. La conception de l'addition des différents éléments nécessaires, type batterie "on board", émetteur HF, n'a pas été pensée. L'équilibrage est difficile, la forme de la caméra n'épouse pas assez l'épaule. [...] »¹⁶. La F55 essaie d'être un outil autant pour le cinéma que pour le monde de la télévision, ce qui crée les problèmes que Yves Cape décrit.

Tout de même on peut constater que Sony mise également sur la définition 4K comme qualité supérieure et introduit cette définition dans toute sa gamme de nouvelles caméras, que je ne mentionne pas ici (par exemple la Sony FS7 et maintenant même les appareils photo de Sony qui tourne en 4K).

2.1.5 Les moins représentés

Dernièrement j'aimerais simplement mentionner quelques autres fabricants de caméra proposant la 4K, car leurs nombres s'accroissent régulièrement. Aujourd'hui les caméras numériques se multiplient rapidement et beaucoup servent aussi au monde du cinéma. Je dresse ici simplement un tableau pour illustrer cette évolution. J'inclus également des caméras spécialisées, telles les caméras Phantom qui permettent d'enregistrer des ralentis impressionnants ou la caméra numérique IMAX. Ces deux dernières sont cependant prévues pour des applications très précises et ne se prêtent donc pas forcément à une analyse de l'évolution globale de la définition 4K.

Nom	Taille du capteur	Photosites	Définitions possibles à la sortie	Année d'introduction
Canon C500	S35mm (26.2mm x 13.8mm)	4206x2340	4096x2160 (4K compressé)	2012
Blackmagic Production 4K	S35mm (21.12mm x 11.88mm)	4000x2160	4000x2160 (4K Raw) 3840x2160 (4K UHD ProRes)	2014
Blackmagic URSA	S35mm (21.12mm x 11.88mm)	4000x2160	4000x2160 (4K Raw) 3840x2160 (4K UHD ProRes)	2014
AJA Cion	S35mm (22.5mm x 11.9mm)	4096x2160	4096x2160 (4K Raw) 3840x2160 (4K UHD Raw)	2015
Phantom Flex4K	S35mm (27.6mm x 15.5mm)	4096x2304	4096x2160 (4K Raw) 2048x1080 (2K Raw)	2013
IMAX 3D	2x 65mm	-	2x 4K (image en 3D)	2014

Tableau 5 : Autres caméras capables d'enregistrer la 4K

¹⁶ Les deux citations de Yves Cape : *La Vie Sauvage*, page de l'AFC résumant le film, <http://www.afcinema.com/Vie-sauvage.html>

2.1.6 Résumé du marché actuel

Ce qu'on peut facilement observer est le fait que la définition 4K est omniprésente parmi les fabricants de caméra d'aujourd'hui. Si on exclut des cas particuliers tel Panavision, on constate que la 4K semble être la définition de prédilection pour chaque nouvelle caméra. Si Arri était un des derniers fabricants à rester sur une définition de 2.8K, la plus récente mise à jour a poussé aussi l'Alexa vers la 4K. On peut également voir que des définitions supérieures à la 4K commencent à être plus utilisées. Certaines caméras sur-échantillonnent l'image, comme la F65, d'autres exploitent tous les photosites du capteur, comme la RED Dragon ou l'Alexa65. L'image du marché qui se dessine est en tout cas celle d'un mouvement global vers la définition 4K.

3. Conséquences de la 4K

Avec toutes ces caméras qui permettent de tourner en 4K, quelles conséquences sont à prévoir si cette définition est choisie pour le tournage ? Une très haute définition comme la 4K et au-delà doit avoir des avantages, sinon elle ne sera pas aussi répandue, mais peut aussi avoir des désavantages considérables. J'aimerais aborder théoriquement ce sujet par deux manières. Dans un premier temps, il s'agit de penser à tous les facteurs que l'utilisation des très hautes définitions entraîne et comment ceci pourrait avoir des implications sur l'image produite par les caméras. Deuxièmement, je parlerai des observations que j'ai pu faire en utilisant la caméra Blackmagic URSA, car c'était la première fois que j'ai pu manipulé réellement la 4K.

3.1 Avantages et désavantages

3.1.1 Détails reproduits

La première supposition qu'on peut faire est aussi le plus grand argument vendeur de la définition 4K : la richesse des détails. La 4K a en effet quatre fois plus de pixels que la Full HD, la 6K est deux fois plus grande que la 4K. Le résultat évident de cette masse de pixels qui est enregistrée est le fait que plus de détails sont captés. Ceci a un grand avantage, mais aussi un désavantage.

D'un côté la reproduction de détails très fins peut créer des images d'une grande beauté. On peut faire un parallèle avec les grands formats de pellicule de l'époque où on arrivait à afficher énormément de détails avec un négatif plus grand. Dans le monde numérique on est en train de pousser la définition au point qu'elle s'approche de ces grands formats. Comme ça a été le cas avec le 70mm, certains films pourraient bénéficier d'une telle définition pour filmer des scènes épiques ou des scènes de nature impressionnantes qui montrent chaque détail et créent un certain réalisme augmenté. Ceci est intéressant tant que cette définition peut être maintenue jusqu'au bout de la chaîne de production.

D'un autre côté on peut imaginer que trop de détails ne sont pas forcément souhaitables. Avoir plus de détails que nécessaires peut gêner le spectateur ou ne pas correspondre à la vision du directeur de la photo. La pellicule a été presque organique dans la formation de l'image, le numérique d'un autre côté peut être assez brutal, dû à sa structure de pixels en ligne et colonne. Cette grille de pixels peut sous certaines conditions montrer une ligne droite d'une manière tellement nette que cela peut sembler agressive. Plus la définition augmente, plus ce problème va augmenter, car les détails deviennent de plus en plus fins et le risque qu'ils prennent une place trop importante dans l'image n'est pas

à exclure.

Un autre facteur dans ces très hauts détails est l'apparition éventuelle d'Aliasing. L'Aliasing est un terme qui décrit le repliement spectral d'un signal vidéo. Quand l'un des éléments de la scène à filmer est trop détaillé et le capteur n'a pas assez de définition et ne peut donc pas résoudre le double de la fréquence qu'ils perçoivent (théorème Shannon-Nyquist : pour correctement reproduire un signal analogique d'une manière numérique, la fréquence d'échantillonnage doit être minimum deux fois supérieure à la fréquence maximale du signal de base $F_e = 2 \times F_{\max}$), un repliement spectral va devenir visible, qui se manifeste par l'apparition de basses fréquences dans l'image. En l'occurrence, ceci crée des formes bizarres et assez désagréables à regarder sur les zones avec des détails très fins, qu'on appelle moiré. Les capteurs qui génèrent beaucoup de détails, comme celui de la RED Dragon avec ses 6K photosites, devraient donc ne pas avoir de problèmes à résoudre des détails très fins. Il sera donc bien plus avantageux qu'un capteur avec 2K photosites, qui aura plus de problèmes de moiré. Tout de même l'aliasing comporte aussi un risque pour la très haute définition, car l'aliasing se produira sur des détails proportionnellement plus fins. Vu les définitions très poussées que ces capteurs arrivent à enregistrer, des problèmes d'aliasing pourraient par exemple survenir avec des tissus qui sont tissés d'une manière très fine. Un autre problème concerne le monitoring sur le plateau : Si celui-ci ne se fait pas en 4K, il devient difficile de juger de l'apparition de moiré.

3.1.2 Photosites et taille de capteur

Comme on l'a déjà observé dans la partie I, tous les photosites doivent bien se trouver sur une surface de taille définie, qui est le capteur. Après avoir fait un tour des caméras actuellement disponibles, on remarque qu'une grande partie possède des capteurs d'une taille proche du S35mm. Sur la surface du capteur se trouvent alors assez de photosites pour recréer une définition 4K, voire des définitions plus grandes, comme la 6K de la RED Epic Dragon. Une conclusion logique est que plus il y a de définition, plus les photosites doivent être petits pour rentrer sur le même espace physique.

Ceci entraîne un problème. Plus les photosites sont petits, moins ils sont sensibles à la lumière.¹⁷ Il y a donc un enjeu entre la définition des photosites et la sensibilité du capteur. Les caméras actuelles sont de plus en plus sensibles à la lumière. On parle souvent d'une sensibilité de base du capteur, à laquelle le capteur opère à sa latence entre haute et basse lumière optimale. C'est donc un réglage courant et utile qui exploite le capteur de la manière la plus homogène. Cette sensibilité de base atteint parfois des valeurs assez hautes : La Sony F55 est par exemple à 1250 iso, la F5 à 2000 ISO, la RED Epic Dragon s'affiche

¹⁷ Resolution and Light Sensitivity Tradeoff with Pixel Size, Joyce Farrell, Feng Xiao et Sam Kavusi, Stanford University, Stanford, California et Agilent Technologies, Santa Clara, California,
<http://invensense.com/jp/mems/gyro/documents/articles/ResolutionandLightSensitivityTradeoffWithPixelSize.pdf>

comme n'ayant pas de valeur de base et opère à la même latence entre 400 et 2000 ISO, et l'Alexa XT est à 800 ISO. Ces valeurs de base permettent la plus large gamme d'exposition, mais ne garantissent en aucun cas une image sans bruit numérique. C'est ici que se trouve le problème principal : étant donné qu'en théorie les caméras sont moins sensibles à la lumière, du à la taille de leurs photosites, mais qu'elles affichent des valeurs d'ISO assez poussées, il y a forcément du bruit qui s'introduit dans l'image. Un capteur d'une taille définie avec peu de photosites, qui sont du coup plus grands, est plus sensible à la lumière et devrait donc produire moins de bruit qu'un capteur de la même taille avec une définition plus grande, donc plus de photosites plus petits, donc en théorie moins sensible, mais qui est rendu plus sensible pour atteindre une luminance égale.

3.1.3 Sur-échantillonnage pour une finalisation 2K ou Full HD

La 4K a tout de même aussi un avantage très clair pour la post-production. Étant donné que la définition 2K (2048x1080 pixels) est encore un standard courant de la DCI pour la diffusion cinématographique, il est tout à fait possible de diffuser un film en 2K, mais de le tourner en 4K.

Ce processus est appelé sur-échantillonnage. Le but étant de créer plus d'informations que ce dont on a besoin pour la finalisation du film. Ceci est avantageux notamment dans la post-production. Les phases d'étalonnage et d'export final peuvent grandement bénéficier d'une définition supérieure à celle de diffusion. Pendant l'étalonnage il est par exemple possible d'agir précisément sur l'image de base en 4K sans craindre des aberrations. Le processus d'étalonnage agit souvent fortement sur l'image et il faut donc avoir une matière très peu compressée et de très bonne qualité pour s'assurer de ne pas causer des dégâts visuels. Un exemple sera la quantification peu élevée qui pourra causer des problèmes de couleur pendant cette phase. La définition agit de la même manière et la 4K peut ici livrer une matière suffisamment détaillée pour agir dessus. Quand est venu la phase finale de l'export final et de l'élaboration du DCP (*Digital Cinema Package*, format de diffusion pour les cinéma), la réduction du master en 4K vers une définition 2K permet de choisir de quelle manière cette adaptation est faite et on peut profiter de détails marquants et d'une image très claire, car la base de l'image est d'autant plus définie. On pourrait également dire qu'une conversion du 4K au 2K permet d'obtenir une image « vraie » de la 2K, sachant qu'une image où chaque pixel de la 2K bénéficie des informations de quatre photosites du capteur 4K de l'enregistrement original. Le crédo est : enregistrer plus pour une meilleure qualité de sortie.

3.1.4 Données créées

Quand on parle des très hautes définitions, il est incontournable de parler des données que ces caméras créent au cours d'un tournage. Plus la définition des caméras de cinéma

numérique augmente, plus les supports d'enregistrement doivent grandir en taille et plus la masse de données sera importante.

Prenons comme exemple la RED Epic Dragon, qui est certainement l'une des caméras avec le débit le plus important. Une Dragon qui enregistre en 6K avec une compression de 5:1, HDRx activé (pour augmenter la latence entre haute et basses lumières), soit donc à la meilleure qualité qu'elle puisse être, ce qui peut être le cas en production cinématographique, remplit un disque dur RedMag SSD de 256 Go en 15 minutes¹⁸. En fonction de l'organisation du tournage, ceci représente une masse de données immense. Si en une journée 45 minutes de rushes sont tournées, elles représentent 768 Go de vidéo qui doivent être sécurisés par back-up. Un tournage de ce style nécessitera un budget très important en terme de disques durs, autrement il sera impossible de gérer autant de matériel. De plus les temps de copies vont être longs. Certains formats en Raw, même en 4K, peuvent représenter des débits très importants et la question des back-ups et de la gestion de données est un réel problème qu'il faut prévoir avant le tournage.

3.2 Une première approche personnelle de la 4K – La Blackmagic URSA

La semaine du 12 janvier 2015, j'ai eu la chance de pouvoir passer cinq jours avec la Blackmagic URSA du département Satis. L'URSA peut enregistrer la définition 4K en Raw (4000x2160 pixels) ou en ProRes (3840x2160 pixels), mais elle est également capable d'enregistrer une définition Full HD. Ceci m'a permis de faire des comparaisons intéressantes entre ces deux définitions que je vais décrire par la suite.

Remarque : Tous les essais que je mentionne ici se trouvent en image de plus haute qualité et en vidéo compressée sur le DVD joint à ce mémoire.

3.2.1 Détails reproduits et « netteté ressentie »

Pour comprendre à quel point la 4K augmente la définition, j'ai décidé de simplement tourner plusieurs plans avec exactement le même cadre, une fois en Full HD et une fois en 4K. Pour économiser un peu de place sur les cartes et aussi pour rendre la comparaison juste, j'ai tourné les deux définitions en Apple ProRes 422 HQ, le format qui a le moins de compression. L'autre possibilité aurait été de tourner la 4K en Raw, mais étant donné la lourdeur en post-production que ce format implique et le fait qu'on ne peut pas tourner la Full HD en Raw, j'ai exclu cette possibilité.

En évaluant les rushes je me suis tout d'abord heurté à un problème majeur. Je n'ai absolument pas accès à un écran qui permet d'afficher la 4K. Je n'ai donc pas la possibilité de voir la définition telle qu'elle est. Un autre problème est le fait qu'en affichant un rush 4K sur

¹⁸ Calculé avec le site officiel de RED : <http://www.red.com/tools/recording-time>

un écran disons à peu près Full HD, l'ordinateur opère une quelconque réduction de pixels, dont j'ignore le fonctionnement, mais qui résulte en des aberrations d'image, comme par exemple l'aliasing, qui ne rend pas justice aux rushes de base. Pour contourner ce problème et tout de même afficher la bonne définition j'ai donc fait des tests en trois temps.

3.2.1.1 Transformation du rush 4K en 1080p

Dans un premier temps j'ai simplement monté une séquence avec Adobe Premiere Pro CS6 en mettant les rushes à la suite, d'abord la version 1080p, puis la version 4K. La séquence était réglée à une définition de 1920x1080 pixels, j'ai donc simplement incorporé les rushes 1080p, puis les rushes en 4K, que j'ai réduit à 50% de leur taille. Ils avaient donc également la taille 1920x1080 pixels. Ensuite j'ai exporté la vidéo en Apple ProRes HQ.

Le résultat était plutôt décevant, puisqu'il n'y avait aucun moyen de différencier les deux rushes. Le calcul d'échelle que Adobe Premiere avait opéré sur le rush 4K donnait exactement le même résultat que le 1080p. Ceci était plutôt décevant, car j'étais persuadé qu'un sur-échantillonnage devrait donner de meilleurs résultats. Les informations supplémentaires devraient se traduire dans une augmentation de définition et non pas dans exactement la même image.

3.2.1.2 Zoom sur les rushes

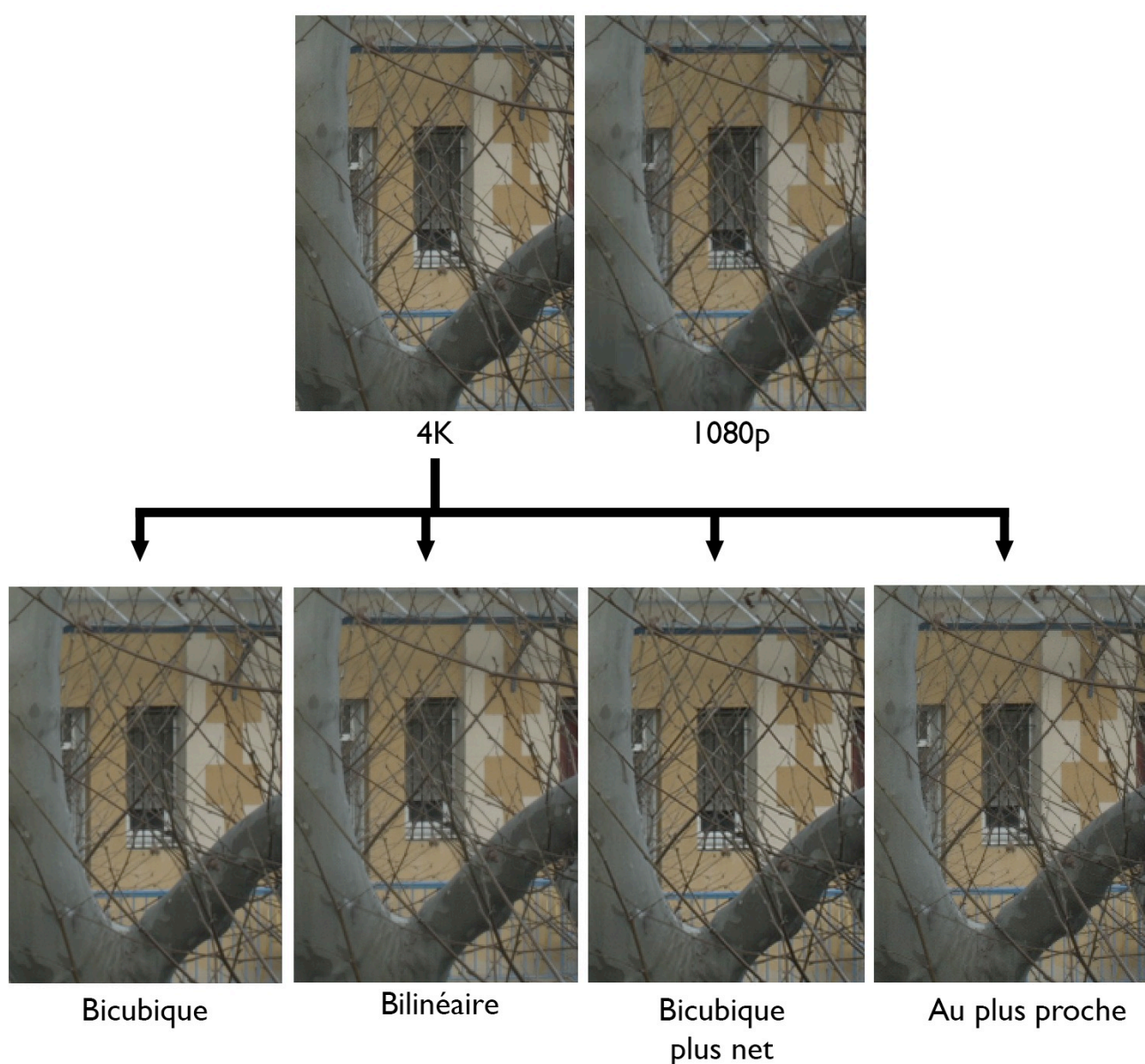
Étant donné que le premier test n'était pas assez précis, je voulais simplement faire une comparaison plus juste de ce que la 4K peut avoir comme détails. J'ai donc créé un deuxième montage. Dans ce deuxième test, je voulais voir ce que la 4K avait réellement comme définition et le seul moyen qui me paraissait assez juste était d'afficher les rushes 4K en définition totale dans un projet de 1920x1080 pixels, sans ajuster l'échelle. L'image 4K sera alors coupée et uniquement le centre (un cadre de 1920x1080 pixels) sera visible dans le montage. Pour comparer ce cadre à celui de la Full HD, j'allais zoomer à 200% dans l'image 1080p, ce qui résulte dans le même cadre que celui de la 4K, mais évidemment avec une perte de qualité. Ce test désavantage naturellement la Full HD, j'ai donc choisi de tout de même afficher le cadre Full HD en entier au début de chaque rush. La suite visible dans le montage est donc la suivante : 1080p normal, 1080p zoomé à l'échelle 200% puis la 4K à l'échelle 100%.

Ce test rend plus compte de ce que la 4K voit. Il est effectivement impressionnant de voir les détails que la 4K voit par rapport au Full HD zoomé. Un exemple marquant est celui d'un plan de la mallette du trépied que j'avais filmé d'assez près. Dessus traînait un petit bout de Chatterton. Sur le rush en 1080p on identifie ce bout en tant que Chatterton, car on commence à voir sa structure tissée, mais ce qu'on voit uniquement sur le rush 4K c'est la totalité de sa structure. En imaginant en plus que je n'avais qu'une partie du plan dans l'image et que cette même définition se trouve tout autour, c'est assez impressionnant.

3.2.1.3 Échantillonnage avec Photoshop

Même après le deuxième test, je n'étais guère satisfait du premier et j'étais convaincu que je pouvais avoir une meilleure définition sur toute l'image en passant de la 4K au Full HD. Je voulais donc rapidement faire un dernier test avec Photoshop pour mieux contrôler l'échantillonnage. Ce test consistait simplement à prendre un rush avec beaucoup de détails, en l'occurrence un plan de l'arbre dans la cour de Satis, dont j'ai extrait des images fixes – une à 1920x1080 pixels et une autre à 3840x2160 pixels. Ensuite j'ai zoomé pour prendre des captures d'écran d'un endroit qui me paraissait adapté.

Par la suite, j'ai ré-échantillonné l'image 4K de plusieurs manières différentes avec Photoshop pour arriver à une résolution de 1920x1080. Comme on peut l'observer, les



différentes options créent des images bien différentes. Il est donc tout à fait possible d'obtenir une image plus nette avec un échantillonnage plus adapté. La manière *bicubique plus*

net, par exemple, crée un résultat plus net que la manière *bilinéaire*, qui a l'air d'être presque plus flou que le rush de base en 1080p (voir image ci-dessus). Je ne suis malheureusement pas capable d'appliquer ces processus à une vidéo, mais je suis sûr que des logiciels de post-production plus puissants peuvent calculer plus précisément cette transformation et donc bénéficier de la définition 4K pour une finalisation en Full HD (ou 2K) plus piqué.

3.2.2 Aliasing

Le deuxième facteur que je voulais observer était l'Aliasing. Comme décrit plus haut (cf. 3.1.1), l'aliasing peut être un problème pour des caméras numériques et ici j'aimerais voir comment l'URSA gère ce problème et surtout si on peut observer une différence entre la définition 4K et la Full HD.

Observer et analyser l'aliasing est malheureusement un peu compliqué. Ceci est dû au fait que l'Aliasing ne dépend largement pas que de la caméra. L'aliasing est produit quand des détails fins sont perçus par un système de captation qui ne peut les différencier, par exemple dans le cas d'une caméra : le capteur. Ceci dit, devant le capteur se trouve une optique qui elle a aussi une influence, tout comme d'éventuels filtres. Dernièrement, c'est aussi le système avec lequel on observe les rushes qui aura une influence, dans mon cas l'écran de l'ordinateur. Je devais donc homogénéiser au plus possible ces facteurs pour obtenir des résultats pertinents. En ce qui concerne les optiques, j'ai supposé que la série Canon L que j'utilisais avait un pouvoir séparateur très comparable entre chaque optique et je pourrais donc échanger les optiques sans trop fausser le résultat. Notamment proche du centre, les valeurs de la FTM (Fonction de transfert de modulation) sont assez proches¹⁹ et ce fait combiné avec le diaphragme assez fermé que j'utilisais (5,6) me paraissait un bon compromis.

J'ai fait ce test en deux parties pour avoir deux échantillons qui me permettraient d'observer l'aliasing. Pour la première série, j'ai suspendu une veste, fait d'un tissu avec un motif noir et blanc assez dense et petit, qui sera l'objet idéal pour tester l'aliasing. La veste a des détails tellement fins que des caméras numériques vont forcément avoir un problème à un moment ou un autre pour les capter. Ensuite j'ai filmé cette veste à la même distance (5,85m) avec différentes optiques pour augmenter progressivement les détails que la caméra devrait capter. J'ai introduit des mouvements dans le cadre pour faire ressortir l'éventuel aliasing, parfois à tort, car ce mouvement crée par moment un flou de bougé qui cache l'aliasing. La deuxième série de tests était faite de la même manière, sauf que j'ai filmé des mires de Foucault pour avoir différentes tailles de détails très contrastés.

J'ai de nouveau monté les rushes en une séquence alternant la Full HD et la 4K, les deux à 100%. Ceci parce que je devais absolument voir les détails que la 4K peut résoudre. Dans le montage final, ceci paraît curieux car les rushes 4K se comportent un peu comme

¹⁹ EF Lens Work III The Eyes of EOS, September 2006, 8^{ème} édition, Canon Inc. Lens Products Group, page 210, http://software.canon-europe.com/files/documents/EF_Lens_Work_Book_10_EN.pdf

un zoom dans l'image, mais il faut les considérer comme un échantillon de l'image en entière, comme si on regardait le centre d'un écran 4K. C'est la seule manière dont je pouvais sans problème observer la 4K en sa définition totale.

Ce qu'on peut observer pour la première série de tests est que les deux définitions commencent à montrer du moiré dès le 85mm, qui se balade sur la veste et est assez désagréable à regarder. Il n'y a pas vraiment de différences dans les deux définitions et le même cas est vrai pour le 50mm. Pour la Full HD au 35mm les lignes de la veste commencent à se confondre et on perd beaucoup de détails. Sur la 4K on peut encore discerner le motif, mais le moiré devient très perturbant. Au 24 mm, la Full HD ne sépare plus aucun détail de la veste et la 4K arrive encore à discerner des lignes. Le motif initial de la veste n'est cependant plus visible. Au 14mm la Full HD ne montre plus d'aliasing, la veste



Figure 6 : tissu utilisé pour la première série de tests

est devenue un mélange gris, la 4K néanmoins elle montre encore beaucoup d'aliasing. Le comportement de l'aliasing suit un chemin assez logique. Plus les détails deviennent fins, plus la Full HD a du mal à les retenir, alors que la 4K y arrive mieux.

La deuxième série avec les mires de Foucault suit ce même chemin, sachant qu'il devient plus observable encore, que la 4K aura des problèmes d'aliasing dans les détails plus fins où la Full HD ne les voit plus. En quoi ceci est avantageux ou problématique ? Par la nature de la définition, la 4K voit plus de détails et il faut donc être vigilant à quel point ces détails deviennent trop fins pour que les systèmes de prise de vue ne les captent plus et les affichent en tant que moiré. Suite à mon test – et

ceci est plus visible sur les mires de Foucault – l'aliasing du 4K persiste à des endroits où la Full HD ne les voit plus. D'autant plus là où déjà la Full HD montre de l'aliasing, la 4K l'affiche aussi, c'est-à-dire que la 4K augmente le problème d'aliasing. Ceci est particulièrement visible sur la mire de Foucault, filmé au 50mm où la mire 9 montre de l'aliasing sur la Full HD et en passant sur la 4K on observe le phénomène aggravé, car pas que la 9, mais aussi 8 et 7 montrent l'aliasing, tout comme d'autres mires où c'était à peine visible sur la Full HD. Ma conclusion personnelle est que l'aliasing est un facteur de risque, qui est amplifié par la 4K. Cependant il ne faut pas oublier que j'ai poussé la caméra au bout, c'est-à-dire que j'ai pris un cas extrême pour illustrer et faire une comparaison. Les détails contrastés comme la veste et les mires de Foucault représentent un degré de détail qui est rare dans le monde réel et qu'on ne verra à priori jamais sur un plateau de tournage. Tout

de même c'est un facteur qu'il faut garder en tête.

3.2.3 Observations supplémentaires

Avant de conclure, je peux remarquer une dernière chose par rapport à mon expérience avec la 4K et l'URSA. Je l'ai utilisé pendant cinq jours avec deux cartes CFast 2.0 d'une capacité de 60 Go chacune. Ceci suffisait pour tourner en définition 4K et Full HD en ProRes, par contre en ce qui concerne l'enregistrement Raw, ces deux cartes sont plus problématiques. En 4K Raw, l'URSA peut enregistrer à peu près 4min30 sur une carte. Ceci représente une quantité de données très importante. 9 min de rushes reviennent alors à 120 Go de données à sécuriser et à conformer pour le montage. En une journée, un tournage de fiction pourra facilement atteindre cette quantité, voir en créer beaucoup plus. En fonction de la durée du tournage, il faut avoir conscience du nombre de disques durs et d'espace de stockage qu'il faudra pour gérer ce flux de données.

3.2.4 Conclusion des tests avec l'URSA

La conclusion des tests de définition et de l'aliasing est déjà partiellement décrite au-dessus, je vais ici me tenir simplement à un résumé rapide. La définition est en effet beaucoup augmentée par la 4K. Ceci n'a rien d'étonnant, mais il est tout de même intéressant de le voir et de s'en rendre compte à quel point certains détails ressortent mieux en 4K. Un autre facteur est le fait qu'on peut imaginer qu'un cadre 4K contient assez d'informations pour en faire quatre en définition Full HD, autrement dit, on pourrait tout à fait imaginer un zoom dans le cadre, sans perte de qualité, si la finalisation d'un projet doit de toute façon se faire en Full HD. L'aliasing, aussi compliqué que son évaluation peut-être, est d'un autre côté un facteur de risque augmenté pour la 4K. Ce que je n'ai cependant pas pu vérifier est le fait d'intentionnellement sur-échantillonner l'image en 4K pour la transformer en une image Full HD très propre. Ceci pourra éventuellement être bénéfique pour éviter de l'aliasing en rendant plus net les détails où le moiré apparaît, ce qui agira à son encontre.

Un petit mot concernant le bruit. Comme décrit plus haute, je m'inquiète pour le bruit qu'une caméra 4K pourrait créer. En ce qui concerne l'URSA je pourrai rapidement dire quelque chose que j'ai observé dans les comparaisons de définition. Le problème principal est le fait que le bruit devient, tout comme les détails, plus net. Ceci peut être problématique, car il est quelque part plus visible. Ceci dit, ici encore il faudra observer ce problème sur un vrai écran 4K pour entièrement pouvoir juger sur le problème.

Ce qu'il faut dernièrement garder en tête est le fait que tous ces essais ont été fait avec la Blackmagic URSA. Même si à priori la définition se comporte de la même manière sur d'autres caméras, il est difficile d'évaluer ce comportement pour chaque caméra. Pour ce test, je base toutes mes conclusions uniquement sur l'URSA et ceci doit être vu comme une

approche générale de la définition 4K et non pas comme une vérité absolue. Ceci est d'autant plus vrai pour l'aliasing, que certaines caméras gèrent mieux que d'autres. On pourrait simplement constater que le capteur de l'URSA est plus petit que celui de la RED Epic par exemple. À une définition équivalente, l'aliasing se comportera sûrement différemment. De plus, la plupart des fabricants de caméra équipent leurs matériels avec des filtres anti-aliasing, qui ont des qualités différentes. En sachant ceci, il faut prendre ces essais comme tests avec l'URSA, en évitant de les prendre comme base pour une explication globale de la définition 4K.

4. Réalité 4K

Ce qu'on a vu jusqu'ici est d'un côté les avantages et d'un autre les désavantages de la 4K. Ce qui est important maintenant c'est de voir si la 4K est réellement utilisé en tournage aujourd'hui et si oui quels problèmes ceci pourrait causer. J'essaie tout d'abord de voir globalement à quel point la 4k s'est introduit dans le marché actuel et par la suite j'aimerais laisser la parole aux professionnels pour qu'ils me disent s'ils tournent en 4K et si ils en voient des avantages ou des désavantages.

4.1 Une vue d'ensemble – Micro Salon de l'AFC 2015

Le 6 et 7 février 2015 s'est tenu pour la quinzième fois le Micro Salon de l'AFC dans les locaux de la fémis. Le Micro Salon est un rassemblement organisé par l'AFC (Association française des directeurs de la photographie cinématographique), permettant aux directeurs de la photographie de se réunir tout comme aux fabricants de matériel cinématographique d'exposer leurs nouveautés. Le Micro Salon est ouvert au public et cette année j'ai pu pour la première fois y assister.

Le Micro Salon est un événement intéressant, car il réunit pratiquement tous les fabricants de caméra, loueurs et inventeurs de technologies pour le cinéma et permet donc de donner une vue globale sur le marché actuelle et de discerner des tendances. En effet Arri, Sony, Zeiss, Angenieux et les grands loueurs Panavision et TSF étaient tous représentés, parmi beaucoup d'autres sociétés et loueurs. Le seul grand fabricant de caméra absent, était RED. J'avais très hâte d'enfin pouvoir y participer et dès mon arrivée le vendredi 6 février, j'étais immergé dans les différentes technologies présentées au Micro Salon. Une chose est devenu par contre assez rapidement claire : on ne parle plus vraiment de 4K. La grande nouvelle qui était représentée et dont les gens parlaient beaucoup était les écrans HDR (High Dynamic Range), qui permettent d'afficher une plus grande latence entre hautes et basses lumières. En ce qui concerne la définition, le passage à la 4K semble s'être achevé déjà, comme si cette définition était devenu le nouveau standard. Beaucoup de conférences parle d'optique, par exemple des nouvelles optiques anamorphiques, mais aussi des objectifs « vintage », c'est-à-dire des années 70 et comment il se marie ou non avec le numérique. Les optiques anamorphiques semble être un autre point dont on parle beaucoup. Avec la nouvelle série de Zeiss (Master anamorphique), zooms Angenieux et la série de Hawk (Hawk-V), l'anamorphique semble faire un retour faisable dans le monde du

numérique. Sony de son côté présente la F55 et F65 comme outils parfait pour le tournage de fiction et fait des louanges sur le rendu des couleurs de ces caméras. Arri a ramené l'Alexa65 et on parle alors un peu de la 6K, mais principalement de la taille de son capteur. La deuxième nouvelle : Arri présente la dernière mise à jour de l'Alexa (SUP II) qui permettent une définition de 3.4K en ArriRaw, qui peut être élevée à la 4K en post-production. Cette étape semble plus venir en retard que comme une révolution. L'Amira de son côté a reçu sa mise à jour et est présenté sur le stand d'Arri comme caméra 4K.

Beaucoup de choses se passent au Micro Salon, mais le sentiment principal reste : la 4K est acquit. Du moins d'un point de vue d'extérieur, car personne affiche particulièrement sa caméra comme étant capable de la 4K, peut-être parce qu'elles le sont maintenant toutes. Je suis presque un peu déçu. Mais par ci par là on retrouve tout de même des discours qui sont lié à la définition. Il y a par exemple la conférence *La texture de l'image en numérique à travers le contrôle du piqué : un enjeu artistique* de Philippe Ros qui critique la manière dont les images sont trop piqué et pourquoi la plupart des caméras ne permettent aucun accès à un réglage de « sharpening » comme certaines caméras Broadcast à l'époque. Aussi intéressant que le Micro Salon fût, je suis surpris à quel point plus personne parle de définition. Il était pour moi pas très claire que la 4K était déjà si adoptée, au point qu'elle ne mérite plus de discussions. Mais peut-être c'était une observation trop hâtive. Gardant en tête que le Micro Salon est principalement un endroit pour présenter les nouvelles technologies et aussi un lieu pour faire de la publicité et au final de vendre son produit. La 4K est peut-être acquit par les fabricants de caméras, mais qu'est-ce que les professionnel en pensent ?

4.2 La 4K et sa netteté – Le point de vue des chef-opérateurs

Comme j'ai constaté dans la partie 3, la définition de la 4K et donc sa netteté peut avoir autant des avantages pour reproduire des détails, mais aussi des désavantages par rapport à ceux-ci. J'ai pu éclaircir mes suppositions et cette partie rassemble les avis concernant la netteté et plus globalement l'effet de la définition.

Tout d'abord je dois mentionner une des conférences du Micro Salon, celle sur l'Alexa65. Arri a en effet pour une des première fois en Europe présenté des rushes de la caméra avec un DCP en 4K. Ces rushes avaient trois parties : la première avec principalement des images de la nature printanière, une deuxième tournée par un chef-opérateur américaine qui montre des images du dessert et une troisième parties intitulée *Faces*, qui montrait plusieurs visage en gros plan d'employées d'Arri en Allemagne. Ces images étaient beaucoup attendues, car il fallait les voir dans des bonnes conditions pour juger leurs qualités. Je dois dire que j'étais très impressionné. Tout d'abord les détails des scènes de la nature étaient assez époustouflants. On pouvait discerner chaque feuille qui tombait des arbres jaune et orange sur un plan très large d'une vallée baignée dans le soleil.

Et ceci sans aberrations, soit ce bruit ou aliasing. Autrement plus impressionnant était la série des visages. Les différentes employées d'Arri avaient des âges et des structures faciales très différentes et l'Alexa65 rendait ces détails avec un hyper-réalisme assez marquant. Chaque ride, chaque particularité de la peau était visible, même avec le DCP en 4K. Ces images imposent une attention au détail phénoménale, on ne sait presque plus quoi regarder, tellement on est capté par tous ce qui peut se passer à l'image dans un seul plan fixe.

En ce qui concerne les détails riches, le directeur de la photographie Rodney Charters a un autre avis, qu'il exprime pendant une conférence organisée par Teradek à l'occasion de l'IBC (International Broadcasting Convention) 2014, sur la question de où il en était avec la 4K : « *And also I think we're at a point, where your ability to suspend disbelief is being encroached upon, as you watch drama. You're suddenly distracted by resolution and information that you rather not know about [...].* »²⁰. Bill Bennett surenchérit sur la définition concernant les détails dans les visages : « *The other issue with ultra high resolution cameras is, quite often we're shooting very powerful, very well paid, 50 year old female actresses and there is not a single one of them out there, that wants a 4K, 6K, 8K camera pointed at them, without some kind of diffusion on it. And then [...] the moment you add diffusion, you're no longer a 4K camera, so you're carrying this tremendous data load for no real reason* »²¹. L'utilisation de filtres diffuseurs semble être généralement une manière avec laquelle les chef-opérateurs combattent, ce qu'ils considèrent être une image trop nette. Pendant cette même conférence Geoff Boyle le dit d'un manière très franche : « *I don't care about resolution. I spent my life putting nets on the back of lenses to soften things off, diffusion filters on the front. Everything is generally too sharp.* »²². Paul Laufer a eu une expérience similaire et l'a décrit dans un essai publié dans Film And Digital Times, concernant le tournage du clip *We are never ever getting back together* de Taylor Swift, qu'il a filmé avec une Sony F65 : « *I used the Leica Summilux-C 25mm lens. The Leica's a very, very sharp lens. I think that the challenge is becoming how to control the sharpness of the image. And what's old is new. I find myself going back to diffusion filters and in this case [tournage du clip] I used a black net on the back of the lens, just to take the edge off it and to blend the image slightly.* »²³. Plus généralement je retrouve souvent des avis à l'encontre d'une très haute définition, telle la 4K. Il semble que les chef-opérateurs ne sont pas convaincus par les détails que cette définition peut apporter.

Pendant le Micro Salon, Sony présentait la caméra F55 avec le film *Vie Sauvage* de Cédric Kahn, photographié par Yves Cape (cf. partie 2.1.4). La projection s'est fait avec un DCP en 4K et le représentant Sony mentionnait le fait que le film a délibérément été tourné en 4K. Ceci m'intriguait naturellement et j'ai pu avoir une conversation avec Yves Cape par

²⁰ IBC 2014 : News Shooter – Cinematographers Megapanel, conférence filmée et organisée par News Shooter, à 02:22, <https://vimeo.com/106153701>, pour la traduction voir l'annexe D

²¹ Voir note de bas de page 20, à 02:40, pour la traduction voir l'annexe D

²² Voir note de bas de page 20, à 02:05, pour la traduction voir l'annexe D

²³ Film And Digital Times - Leica Cine Lenses by CW Sonderoptic, Sept 2014 Special Report, Jon Fauer, page 57, pour la traduction voir l'annexe D

Skype. Il clarifie rapidement les choses : « Non non, la 4K c'est pas un choix artistique. Comment dire ? On a fait plusieurs essais de caméras pour ce film là. Il se fait que au moment qu'on a fait ce film, la Sony F55 était un peu une caméra nouvelle et donc l'avantage de certaines caméras nouvelles - c'est pas toujours le cas - mais parfois c'est que techniquement elle sont plus en avance. [...] Le gros avantage de la F55, ce n'est pas uniquement le fait qu'elle soit en 4K, c'est aussi le fait qu'elle soit en 14 ou 12 bits couleur. » Même s'il a tourné *Vie Sauvage* en 4K, Yves Cape n'est pas très favorable à cette définition : « Pour moi la 4K c'est un peu comme pour les appareils photo, on n'a pas besoin de 22 millions de pixels, on s'en fout de 22 millions de pixels. Il n'y a personne qui a besoin de ça, même les affiches de 100m² dans les rues n'ont pas besoin de ça. La technique permet ça, mais personne n'a besoin de ça, c'est une aberration en fait. Donc voilà, je ne suis pas un grand fan de ça. ». Et à un autre moment il me dit : « Moi je ne suis pas un hyper fan de la définition, je pense que si c'est pour regarder sur un iPad ou pour regarder des films sur un ordinateur, je pense qu'on a pas besoin de ça. Je viens de faire une série où on a tourné avec la F55, mais pas en Raw et on était en 4K du coup, je dois dire que c'est pas quelques chose dont j'ai besoin, je préférerais avoir plus de latitude de pose, je préférerais avoir plus de définition de couleur. La définition en elle-même aux alentours de 2K, 4K, 6K pfff c'est bon. ». Quand il me demande si j'avais bien vu l'extrait de *Vie Sauvage* en 4K et comment je l'avais trouvé, auquel je répond que c'était intéressant d'avoir tous les détails de la nature, qui semble omniprésente dans le film, il avoue tout de même : « C'est vrai c'est intéressant, c'est vrai moi j'ai vu une fois les essais de *Vie Sauvage* en 4K et ça donnait justement dans la nature cet espèce de profondeur assez étonnant. Donc je suis d'accord qu'il y a un truc particulier. Ceci dit sur *Vie Sauvage* ce n'était pas du tout quelque chose qu'on a prémédité, ce n'est pas du tout un choix esthétique. Cette caméra aura été en 2K, la même définition de couleur, on serait sans doute parti avec celle-là quand-même. »²⁴.

J'ai pu également parler à Olivier Bertrand, assistant caméra et chef-opérateur à Paris, qui lui n'a pas forcément une aversion contre la 4K, mais qui ne l'utilise tout de même pas : « Tu m'a demandé si j'ai travaillé en 4K en tant que chef-op, je vais te répondre non [...] et la raison, elle n'est pas une bonne raison, c'est une raison de budget. La limitation c'est le budget. Il se trouve que je suis chef-opérateur sur des documentaires ou encore du court-métrage, etc., qui ne disposent pas de beaucoup d'argent pour la post-production d'une part, pour la location du matériel d'autre part. Que les caméras qui tournent en 4K, bon ça se démocratise quand-même, mais les bonnes caméras qui permettent la 4K sont assez couteuses à la loc. Et que surtout la post-production peut être très onéreuse, parce qu'elle est gourmande en matériel, en logiciel et en temps de calcul. Donc la raison pour lesquelles on tourne peu en 4K dans les petits productions est tout simplement ça, c'est plus cher. »²⁵. De plus, tout comme Yves Cape, il parle du problème de diffusion : « [...] et puis une autre question très importante c'est se dire : « Mais ça va être diffuser comment cette affaire ? ». [...] Typiquement, hier on a tourné en 4K (parlant d'une publicité où il

²⁴ Pour l'interview complète avec Yves Cape, voir Annexe A

²⁵ Pour l'interview complète avec Bertrand Olivier, voir Annexe B

a travaillé en tant que premier assistant), *parce que la prod a dit : « Ah la 4K ça sonne bien », mais il ne savent pas ce que c'est, ils ne savent pas quelles conséquences ça a, et c'est pour une diffusion internet. Donc c'est absurde. Ça n'a aucun sens, ah mais bon vu que ça ne coute pas plus cher, mettons tous ce qu'on a, autant tourner en 4K. Surtout parce qu'ils vont emmener des gens qui vont faire la post-prod et ils vont les faire travailler toute la nuit sans se poser la question, sans d'être payé. ».*

Autant Yves Cape qu'Olivier Bertrand tournent en 4K, respectivement en chef-opérateur et assistant caméra, donc on peut dire la 4K a quelque part percé dans le marché, même si leurs avis n'est pas forcément favorable cette nouvelle définition. J'ai pu très rapidement parler au loueur Panavision sur leur stand du Micro Salon et la réponse sur la question si la 4K était souvent demandé comme définition de tournage, la réponse fut bref : *« Ça commence. »*. D'un autre côté j'ai pu parler avec une employée de PhotoCineRent, un autre loueur plus récent de Paris, qui me dit qu'ils louent presque exclusivement du matériel 4K, si ce n'est l'Alexa, qui à ce point ne tournait pas encore en 3.4K. La percée de la 4K semble être différent en fonction des tournages, comme par exemple les besoins des agences de publicité, comme me dit Olivier Bertrand, qui sont impressionnées par la 4K et qui la demande pour les tournages. Mais Olivier Bertrand mentionne un autre argument, celui de la conservation du matériel tourné pour une exploitation dans le futur : *« La diffraction de tous les supports finaux sur lesquelles va être diffuser une image, fait qu'on peut effectivement générer une image 4K, 5K, 6K, 7K, et après comment on va gérer ces rushes et comment on va exploiter, bah ils disent que si je tourne ça et dans 20 ans, quand c'est le 7K qui s'est imposé partout, mon film conserve encore un négatif, entre guillemets, qui sera exploitable. »*.

4.3 4K en tournage et données créées – Le point de vue des DITs et assistants caméra

Les avis généraux sur la 4K sont étroitement liés à son utilisation concrète sur les plateaux de tournage. S'il n'y a pas de besoin concret, on préfère ne pas l'utiliser. Cependant il y a des cas où la définition 4K est imposée et dans ce cas un problème majeur revient régulièrement : le problème des données créées.

Pendant l'interview avec Yves Cape, il m'a fait une comparaison très intéressante des caméras actuelles et laquelle il choisirait. L'Alexa n'a plus assez de profondeur de couleur, la F55 l'a, mais a peut-être moins de latitude de pose que l'Epic Dragon. Le choix va finalement aussi être influencé par la définition visée : *« Mais maintenant qu'est-ce qui va faire la différence ? C'est que si je tourne en 6K avec par exemple l'Epic, j'ai un nombre de data, qui va coûter très très cher à la production. Et quand je dit cher, c'est presque le double, donc ça aussi ça a son importance. »*. Olivier Bertrand parle également de ce fait, mais relève aussi un problème de personnel : *« C'est un vrai cout pour la production, mais il s'agit de gérer les rushes, c'est le résultat de tout le travail qui a été fait par toute l'équipe pendant toute la journée : des*

comédiens, des stagiaires régisseurs en passant par les assistants caméra. [...] Et une autre question du budget, que les prods ont souvent tendance à négliger, mais il faut toujours leurs expliquer, parce qu'ils font semblant d'avoir pas compris, c'est que quand tu tourne en 4K et t'as deux heures de rushes dans la journée et bah c'est quelqu'un dont ça va être le boulot de sauvegarder ces rushes. C'est ce qu'on appelle le DIT [...]. Le DIT c'est un poste clé. [...] Mais très souvent pour des raisons économiques, on se passe du DIT ou de l'économie d'un salaire et c'est aux assistants caméra de gérer les rushes en fin de journée. ». De plus Olivier Bertrand parle des problèmes concrets auquel le DIT, ou comme également souvent les assistants caméra, doit faire face pour la sécurité des rushes : « Le fonctionnement idéal d'une équipe de tournage, c'est un DIT qui fonctionne en décalé, c'est-à-dire il sait pertinemment qu'il va avoir trois ou quatre heures de gestion de rushes à la fin de la journée de travail. Donc qui va être là trois ou quatre heures après que tout le monde soit parti. Donc il faut qu'il commence trois ou quatre heures après les autres, il n'est pas question qu'il fasse des journées de 15 heures. Une de ces problématiques du DIT, ça va être où est-ce que je fais ce travail ? Est-ce que je le fais sur le plateau ? Est-ce que je vais avoir de l'électricité ? Est-ce que je vais avoir mes ordis, mes disques durs, mon onduleur, etc. ? Comment je m'organise ? [...] Donc ça c'est un vrai changement, parce que du coup on se trouve à faire le travail du labo sur le plateau. [...] Le choix vraiment entre 2K et 4K est c'est quand la production se rend compte que pour gérer en post prod des rushes 4K, ça va être très lourd, ça va demander des grosses machines. ». Pour conclure, il ramène le problème plus vers le numérique que vers la 4K en soi : « [...] ça évolue très vite ces technologies là, à chaque tournage il faut tout repenser. Tout les deux trois mois ça évolue. Ça c'est l'heure numérique et après toi quand tu me pose la question 4K, 2K, c'est une question subsidiaire, mais la vraie question elle est là [...] ». Arthur Schwarz, qui travaille principalement en tant que deuxième assistant caméra, affirme qu'il a souvent en charge les back-ups : « C'est très fréquent, maintenant qu'il y a des DIT, ça devient un peu moins, c'est souvent eux qui prennent en charge ça. Mais avec la disparition du film, le poste de loader n'existe quasiment plus, c'est-à-dire il y a rarement un second qui fait que les back-ups, qu'on appellera loader et un deuxième second assistant, ça arrive que sur des films où il y a du budget, qui peuvent se permettre ça et où il y a minimum deux caméras en continue. »²⁶. Il affirme également que la 4K est un facteur important à considérer : « Mon workflow, mes stations de travail sont pas les même, les disques que je dois utiliser, les connectiques que j'utilise ne sont pas les même. Après la logique du travail ça reste la même – la sauvegarde des rushes – mais la quantité de données à transférer est beaucoup plus important, donc c'est une organisation dont on ne peut passer à côté. ». Sur la question de s'il serait content de travailler en 6K et avec la gestion de rushes, qu'un tel workflow engendrerait, il positivise tout de même : « [...] oui pour le défi ce que ça va engendrer plus que pour le simple fait de tourner en 6K. J' imagine que si on va tourner en 6K, c'est qu'il y a des raisons techniques et vraiment propre à l'image qui seront développées pendant le film et donc c'est plus ce challenge là qui m'intéresse que le fait de tourner en 6K. ».

²⁶ Voir Annexe C pour l'interview complète avec Arthur Schwarz

Un dernier point que j'aimerais mentionner ici est le projet de la Züricher Hochschule der Künste (École Supérieure des Arts de Zurich), intitulé *Die Unerträglichkeit der Schärfe* (L'intolérable netteté)²⁷. Ce projet assez unique s'est fixé comme but d'explorer la 4K de la préparation du tournage jusqu'à une diffusion en salle. Le film qu'ils ont tourné à ce but s'appelle *Die Roten Schuhe*. Les résultats de ce projet sont extrêmement intéressants, car les étudiants participants au projet ont conçus toute la partie technique (tournage, travail de l'assistant, effets spéciaux, etc.) autour de la 4K. Premier résultat est que la 4K a parfois empêché la mise en scène à travailler correctement ou dans les temps, car une attention au détail devrait être portée à chaque facteur qui pourrait influencer l'image en ultra haute définition. Deuxième grand facteur auquel l'équipe s'est heurtée est le fait que la 4K se perd rapidement dans les mouvements. Le flou de mouvement efface en effet les détails gagnés par la 4K et ceci particulièrement dans les plans rapprochés. Il fallait tout de même porter une attention particulière au maquillage et au travail du pointeur, car des problèmes devenaient d'autant plus visibles. Le maquillage devrait donc s'effacer au maximum pour ne pas apparaître comme dérangeant. Le point d'un autre côté devrait être extrêmement précis, même un centimètre de décalage ou un retard de point devenait visiblement dérangeant à la projection dans la salle de cinéma. La conclusion du projet est intéressante pour deux raisons. Premièrement, presque toute l'équipe, à part ceux qui ont travaillé sur les effets spéciaux, est d'accord que l'effort de la 4K ne correspond pas au travail de mise en scène cinématographique. Trop de détails doivent être considérés pour bien faire fonctionner la 4K. Deuxièmement, la découverte de la 4K est que ce n'est largement pas que la définition en soi qui rend une image plus nette. Il faut considérer si l'image est en mouvement ou s'il est fixe et si l'image est très contrastée, elle va apparaître plus nette, peu de contraste d'un autre côté va donner l'impression d'un flou. Ces résultats sont très pertinents, car ils montrent la netteté d'un autre point de vue : celle de l'impossibilité d'atteindre un 4K parfait dans les conditions d'un tournage habituel. La Züricher Hochschule der Künste se lance actuellement dans un deuxième projet de découverte d'images tournées à 48 images par seconde, voir plus, pour explorer l'effet d'une plus haute fréquence d'image sur la netteté.

4.4 Sur-échantillonner, zoomer, recadrer – 4K en post-production

À l'occasion de la journée portes ouvertes du louer PhotoCineRent le 5 février 2015, à Paris j'ai pu avoir un autre indice de l'utilisation de la 4K. La matinée de cette journée était consacrée à une présentation des caméras Sony par Forest Finbow, chef-opérateur et steadycamer. Par la suite j'ai pu rapidement l'aborder et le demander s'il préfère tourner en 4K. Sa réponse était affirmative. Il m'a dit qu'il choisirait toujours la 4K si possible et si son

²⁷ Voir ressources, *Die Unerträglichkeit der Schärfe*, HDK Zürich, <https://www.zhdk.ch/index.php?id=70599>, aussi le making-of du projet (sous-titré anglais) : <https://www.zhdk.ch/index.php?id=70605>

étalonneur approuve. La raison est pour lui notamment la manière dont on peut échantillonner l'image pour des diffusion 2K ou Full HD.

Mais il y a également une autre utilisation de la définition « en trop » qu'une image 4K peut permettre : zoomer et recadrer l'image. Sachant qu'une image 4K fait quatre fois la taille de la 2K, il est possible de jouer sur le cadre en post-production. Nicolas Pfaff, assistant caméra strasbourgeois, me décrit ce phénomène dans un mail : « [...] *En ce qui me concerne, le 4K permet surtout de rattraper des cadres légèrement ratés (trop d'air au dessus des comédiens ou au contraire, leurs têtes coupées) en post production, en déplaçant le cadre 16:9 ou 2:35 sur la plage de réserve qu'offre le 4K. D'autre part, à l'usage, il nous arrive de temps en temps de jouer sur la résolution du capteur, en passant du 4 au 5k par exemple [...] dans certains cas où on serait limités par une focale.* ». Ici Nicolas Pfaff fait référence au capteur de la RED, qui, en fonction de la définition choisie, utilise une plage plus ou moins grande du capteur et qui change donc l'angle de vue de l'optique. Même si le deuxième point qu'il mentionne est très spécifique à la RED, la manière dont il décrit le procédé de rattraper des cadres ratés est très intéressante. Sachant que chaque caméra enregistre en général une image avec un ratio de 1,9/1 et le ratio final n'est appliqué qu'en post-production, il existe la possibilité de modifier le cadre suite au tournage.

Ceci est un point qu'Yves Cape affirme également en le poussant même plus loin : « *C'est vrai pour zoomer dans l'image, pour recadrer des plans, etc., c'est très très intéressant, ça ouvre des perspectives pour la mise en scène assez étonnante. Si certains metteurs en scène maîtrisaient complètement cette histoire de zoomer dans l'image, je pense qu'on pourrait gagner énormément de temps en tournage.* » En précisant par la suite : « [...] *ça peut permettre, si les réalisateurs pouvaient incorporer ça dans leurs têtes, ça pourrait permettre un certain nombre de choses. Par exemple, faire un plan je dirai moyen et imaginer que dans ce plan moyen on a déjà tous les plans.* ». C'est très intéressant de voir qu'un directeur de la photographie propose de tourner une seule prise et de considérer que cette prise en très haute définition contient déjà d'autres cadres, qu'on a donc plus besoin de tourner. Ça serait effectivement une manière assez révolutionnaire de utiliser cette définition. En le demandant s'il a utilisé des zooms et recadrage sur *Vie Sauvage*, il répond à l'affirmatif : « *Il y a le début du film, les plans où ils marchent sur le bord de la route, c'est des plans qui ont été zoomé à 50%. Mais moi j'ai fait un autre film là avec la Dragon, où on avait tourné en 6K – certains plans, pas tous les plans. Et certains plans je les ai zoomé à 100%, même à 200% et ça marche !* ».

5. Conclusions

Trouver une conclusion sur la 4K est difficile. La question de si ou non la 4K est utile se pose certainement et je pense que la parole des professionnels montrent effectivement que cette définition n'est pas encore acquise. Ce qui est problématique est le fait que la 4K s'inscrit dans une tradition d'avancement technologique qu'on pourrait classer d'automatique. Un certain automatisme s'est installé. La 4K n'est pas une définition « voulue », c'est-à-dire qu'elle n'est pas accueillie par les professionnels comme nouvel outil utile pour le cinéma. Je me suis dans ce mémoire focalisé sur le cinéma, mais la même problématique pourrait être établie pour la télévision.

On pourrait certainement faire une comparaison de l'avancement de la définition vers la 4K comme l'avancement de la technologie au service de l'art et qu'un moment donné elle sera devenu le nouveau standard et d'autres outils plus récents auront pris la place de la discussion, mais ici il s'agit de voir où on est aujourd'hui avec la 4K. Dans un premier temps il faut clairement constater que la 4K est arrivée et s'est déjà presque installée, ce qui provoque des discussions de comment la gérer. Cependant ici se pose le premier vrai problème de cette définition : personne ne la veut. À partir des informations que j'ai pu recueillir de diverses sources et de mes interviews, la 4K n'est guère un outil apprécié et son utilisation reste toujours compliquée. Les fabricants de caméra, en excluant éventuellement Arri qui a l'air de s'être fait entraîner contre gré, poussent vers la 4K sans qu'il y ait un réel besoin pour. Ceci crée la multitude de problèmes que j'ai pu mentionner dans ces pages. La gestion des données et la netteté de l'image sont probablement les deux plus gros problèmes.

Le monde technologique du cinéma se trouve toujours dans une phase de changement, c'est-à-dire que même si le basculement vers le tout numérique est maintenant pratiquement terminé en France, il reste une grande partie des équipes qui ont très bien connu la pellicule et qui ont été formées avec ces outils. Ces équipes se voient maintenant face à des technologies qui avancent à une vitesse grandissante. La 4K en est une partie importante, qui illustre assez bien cet avancement. La 4K était facile à instaurer pour les fabricants. Il suffisait d'ajouter plus de photosites sur le capteur et on pouvait marquer 4K sur la caméra. Ceci est évidemment trompeur, car le terme 4K suggère que c'est mieux que la 2K. Et des marques comme par exemple Sony ont un intérêt purement économique dans la 4K, comme le dit Yves Cape, car ils produisent et vendent toute une chaîne 4K, autant pour le marché professionnel que pour le consommateur lambda. Vu qu'aucune séparation n'est faite entre le professionnel et le reste, les directeurs de la photographie et les assistants caméra se

retrouvent donc avec une définition supplémentaire à gérer, laquelle ils n'ont pas voulue. Ces équipes sont parfois encore en train de s'habituer au numérique et d'en explorer ses capacités. Ce qui est problématique est le fait qu'aujourd'hui il semble qu'on a plus le temps d'explorer et de manipuler un nouvel outil, avant que la prochaine évolution s'impose. Ceci est l'automatisme de la 4K.

Revenons aux deux problèmes principaux : la netteté et les données créées. Je pense qu'il est évident qu'on a vu que la netteté posait problème. La 4K peut en effet relever un hyper-réalisme désagréable qui ne plaît souvent pas artistiquement. D'un autre côté cette définition – outre le fait qu'elle plait pas – n'atteint rarement la phase de la post-production. Une chaîne complète en 4K est très rare et les chef-opérateurs n'ont tout simplement pas envie, ni souvent les moyens de porter une telle définition jusqu'à dans les salles de cinéma. Le projet *Die Unerträglichkeit der Schärfe* démontre de plus assez clairement l'impossibilité d'avoir une netteté 4K constamment à l'écran. Même Yves Cape a regardé les rushes de *Vie Sauvage* qu'une seule fois en 4K, puis la post-production s'est fait en 2K.

La gestion des rushes est devenue l'autre grand facteur qui suscite des réactions assez vives de la part des professionnels. Naturellement la 4K augmente tous les problèmes que la sécurisation des rushes entraîne. D'un côté il y a le problème du personnel que la production ne veut pas forcément engagé et de l'autre la nécessité absolue de quelqu'un qui s'en occupe des fichiers numériques qui ont une importance primordiale. Il semble que actuellement la technique de gestion de rushes ne suit pas forcément la vitesse dont les fabricants de caméras implantent des définitions de plus en plus poussées dans leurs caméras. Ceci est probablement la raison pour laquelle Arri propose l'Alexa65 uniquement à la location couplé avec la station de gestion de rushes.

Un petit mot également sur le problème d'aliasing : Je n'ai malheureusement pas pu confirmer ou démentir un problème aggravé avec la 4K. Sachant qu'il est très difficile de juger sur ses effets et sa présence finale dans l'image, je n'ai trouvé pas d'avis de professionnels sur ce sujet. Je suis relativement convaincu que ce problème est rare et ne pose à priori aucun souci dans un tournage habituel, cependant dès que des détails très fins apparaissent (comme dans des tissus par exemple) une vigilance particulière sera à conseiller.

Dernièrement, j'aimerais mentionner un avis qui ressort souvent et que je vois régulièrement. Un des facteurs qui fait que les professionnels acceptent mal ces nouvelles définitions est le fait que les outils avec lesquelles on la leur propose sont inefficaces. Il y a aujourd'hui une multitude de caméras qui proposent cette définition et une grande partie devient de moins en moins chères en enlevant de plus en plus des accessoires et d'options cruciale pour la production cinématographique. L'exemple phare sont les caméras de Blackmagic, très peu modifiable et qui sont régulièrement considérés comme pas adaptées pour le cinéma. Oliver Bertrand a un avis fort sur ces caméras : « oui j'ai évité jusqu'à présent

comme la peste ces caméras là en particulier. Mais je l'ai vu sur des salons etc. et en 5 minutes je m'étais fais mon idée dessus. Ça peut peut-être faire des très belles images, mais c'est juste courir 100 mètres avec une jambe en moins. Il y a tellement de pressions sur un tournage et il y a tellement de choses qui sont compliquées à obtenir et d'avoir un mauvais outil, un outil peu fiable, c'est vraiment terrible. ». Et Yves Cape réclame d'être inclut dans la fabrication de ce matériel : « [...] c'est les gens qui ne nous consultent pas pour fabriquer des caméras. Donc ils fabriquent des choses, sans de nous consulter. [...] c'est pas la même chose, si tu veux, de fabriquer quelque chose pour des amateurs, où on va leur imposer une façon de travailler, etc. que d'imposer quelque chose à des gens, où ça fait 150 ans qu'on travaille avec des outils. C'est comme si un dentiste demain on lui dit : « Ah bah non, moi j'invente autres choses, la fraise pour aller dans les dents, elle va pas être comme ça, elle va être ronde. » Non ça va pas ! Ce n'est pas qu'on est contre, mais c'est qu'on veut participer à ces constructions. ». Même si le problème des nouvelles caméras pas chères, mais peu fiables n'est pas concrètement lié à la 4K, il relève tout de même du même domaine : Les professionnels du cinéma aujourd'hui n'ont plus que le choix d'accepter ce que les fabricants leurs imposent, si c'est une nouvelle caméra pas ergonomique et difficile à utiliser ou si c'est une nouvelle définition. Même si ceci est un problème, Arthur Schwarz relativise : « Après en terme d'accessibilité de menus des choses comme ça, oui, comme il y a une globalisation des constructeurs de caméras autour de gros capteurs, on se retrouve avec des caméras qui ne sont pas forcément pensées pour tourner des fictions. Il y a un certain manque de confort et puis avec la réduction des tailles des boîtiers, parfois ça devient compliqué, on peut en discuter là-dessus. Mais non après, à chaque caméra son projet [...] ».

Pour conclure, je dois obligatoirement dire que je ne peux évidemment pas donner une vue définitive sur la 4K. Il se peut que ça se passe très différemment aux Etats-Unis, où la technique est peut-être plus abordable. Et même en France, je ne peux représenter chaque chef-opérateur, assistant, DIT... Mais j'ai essayé de donner une tendance globale de comment on utilise la 4K aujourd'hui et je pense que la réponse est assez évident : La 4K n'est pas encore un outil pertinent.

Ressources

Toutes les ressources ici concernent des sources supplémentaires à celles mentionnés dans les notes de bas de page. Tous les liens ont été relevés le mercredi 26 Mars 2015 et étaient actifs à ce jour-là (ici et dans les notes de bas de page).

Netographie générale:

- Site de *Nofilmschool*, actualités technologiques et artistiques de l'audiovisuel, <http://nofilmschool.com>
- Site de l'Association française des directeurs de la photographie cinématographique, <http://www.afcinema.com>
- Site de l'Association française des DIT, <http://adit2012.wix.com/adit>
- Site des Assistants Opérateurs Associés, <http://www.aoassocies.com>

Bibliographie générale:

- *Les secrets de l'image vidéo*, Philippe Bellaïche, Eyrolles, Paris 2013 (9e édition)
- *Comprendre la vidéo numérique*, Jean-Charles Fouché, Baie des Anges, Paris, 2010 (2e édition)
- *American Cinematographer Manual*, Michael Goi, The ASC Press, 2013 (10e édition)
- *Film Verstehen – Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der Neuen Medien*, James Monaco, rororo, Hamburg, 2009
- *Techniques du cinéma*, Vincent Pinel, Collection Que sais-je, Presses Universitaires de France, 8^e édition, 2012
- *Les Techniques du Cinéma – Image, Son, Post-production*, Bérénice Bonhomme, DIXIT édition, 2011
- *Film And Digital Times – Arri : Full Factory Tour*, Jon Fauer, Cameraimage Edition 65C, Novembre 2014
- *Film And Digital Times – Leica Cine Lenses by CW Sonderoptic*, Jon Fauer, numéro 64, September 2014 Special Report

Filmographie générale :

- *Side by Side*, 2012, Christopher Kenneally
- *Visions of Light : The Art of Cinematography*, Arnold GLASSMANN, Todd McCARTHY, Stuart SAMUELS, 1992
- *The Hollywood Reporter Roundtable The Directors Full Uncensored Interview*, 2012, <https://www.youtube.com/watch?v=gAK3aUq25fo>
- *IBC 2014 : News Shooter – Cinematographers Megapanel*, conférence filmée et organisée par News Shooter, <https://vimeo.com/106153701>

Ressources détaillées par chapitres :

Chapitre I

- *Demystifying Digital Camera Specifications*, 2008, conférence filmée de John Galt et Larry Thorpe, <http://www.fallenempiredigital.com/blog/2013/04/19/demystifying-digital-cinema-camera-specifications-a-talk-by-panavisions-john-galt-and-canons-larry-thorpe/>
- Explications sur les capteurs numériques du site Cambridge in Colour, auteur inconnu : <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm>
- Entrée sur le blog de Kodak de Steve Sasson, inventeur de la première caméra numérique chez Kodak, <http://wettengl.info/Blog/Dokumente/D080-SteveSasson-VeHadNoldea.pdf>

Chapitre 2.1

- Informations générale sur les premières caméras de cinéma numérique, <http://www.cinematographers.nl/CAMERAS3.html>

Chapitre 2.1.1

- Historique de Arri, https://www.arri.de/about_arri/
- Arri History 1917-2014 Timeline, https://www.arri.de/fileadmin/media/arri.com/downloads/About_ARRI/2014_11-13_ARRI_History_Timeline_for_Web.pdf
- A Pictorial History of Arri, https://www.arri.de/fileadmin/media/arri.com/downloads/About_ARRI/Picture_Chronicle_2012.pdf
- Site de la Alexa, <http://www.arri.com/camera/alexa/>
- Site de la Alexa65, <http://www.arrirentalgroup.com/alexa65/>
- *Film and Digital Times Special Report L'Alexa65*, Jon Fauer, September 2014, <http://www.fdtimes.com/pdfs/issues/65FDTimes-ALEXA65v60-150.pdf>

Chapitre 2.1.2

- Historique sur le site de Panavision, <http://www.panavision.com/history>
- Site de la Genesis, <http://www.panavision.com/products/genesis>

Chapitre 2.1.3

- Historique de Red, <http://www.red.com/history>
- Site de la RED One, <http://www.red.com/products/red-one>
- Site de la RED Epic Dragon, <http://www.red.com/products/epic-dragon>
- Article sur la RED Dragon de *The Playlist*, *Watch: First Footage From New 6K RED Dragon Camera That David Fincher Is Using For 'Gone Girl'*, Kevin Jagernauth, 14 octobre 2014, <http://blogs.indiewire.com/theplaylist/watch-first-footage-from-new-6k-red-dragon-camera-that-david-fletcher-is-using-for-gone-girl-20131014>
- Article sur la RED One de *MIT Technology Review*, *RED : The Camera that Changed Hollywood*, Lee Gomes, 19 décembre 2011, <http://www.technologyreview.com/news/426387/red-the-camera-that-changed-hollywood/>
- Interview avec Steven Soderbergh pour *The Collider*, Adam Chitwood, 4 février 2013, <http://collider.com/steven-soderbergh-digital-cameras-48-fps-interview/>
- Vidéo sur le tournage de *Che* (2008), premier long-métrage tourné avec la RED One, <https://www.youtube.com/watch?v=hj1w5bHcbrQ>

Chapitre 2.1.4

- Site de la Sony HDW F900, <http://pro.sony.com/bbsc/ssr/product-HDWF900R/>
- Site de la Sony F5/F55, <https://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsccms-assets-show-highend-F55.shtml>
- Site de la Sony F65, <https://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsccms-assets-show-highend-F65.shtml>
- Introduction de la F65, Adam Wilt, 29 janvier 2012, http://providecoalition.com/awi/story/quick_look_sony_f65_4k_digital_cine_camera

Chapitre 2.1.5

- Site de la Canon C500, http://www.usa.canon.com/cusa/professional/products/professional_cameras/cinema_eos_cameras/eos_c500
- Site de l'AJA Cion, <https://www.aja.com/en/products/cion>
- Site de la caméra IMAX numérique, <https://www.imax.com/imax3dcamera/>
- Site de Blackmagic URSA, <https://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicursa>
- Site de la Blackmagic Production 4K, <https://www.blackmagicdesign.com/products/cinematiccameras>
- Site de la Phantom Flex 4K, <http://www.visionresearch.com/Products/High-Speed-Cameras/Phantom->

Chapitre 3.1

- Projet de la Züricher Hochschule der Künste (École des arts de Zurich) sur la 4K, Die Unerträglichkeit der Schärfe (L'intolérable netteté), 2014 ; > exploration de la 4K dans un workflow complet de l'élaboration d'un film jusqu'à une projection 4K et les résultats : <https://www.zhdk.ch/index.php?id=70599>, <https://www.zhdk.ch/?pid=70605>
- *The Truth about 2K 4K and the future of pixels*, Interview de The Creative Cow avec John Galt de Panavision, 2009, https://library.creativecow.net/galt_john/john_Galt_2K_4K_Truth_About_Pixels/I
- Article, du site RED, *Iso Speed Revisited*, Auteur inconnu, 2 avril 2013, <http://www.red.com/learn/red-101/iso-speed-revisited>

Annexe

A. Interview complète avec Yves Cape

Yves Cape est directeur de la photographie et membre de l'AFC.

Moi : Pourquoi la 4K pour ce film (Vie Sauvage), est-ce que c'était vraiment un choix artistique ? Comment ça s'est fait ?

Yves Cappe : Euh non non, la 4K c'est pas un choix artistique. Comment dire ? On a fait plusieurs essais de caméras pour ce film là. Il se fait que au moment qu'on a fait ce film, la Sony F55 était un peu une caméra nouvelle et donc l'avantage de certaines caméras nouvelles - c'est pas toujours le cas - mais parfois c'est que techniquement elle sont plus en avance. Elles ont des avancées techniques, parce qu'elles sont plus récentes et donc notamment le gros avantage de la F55, ce n'est pas uniquement le fait qu'elle soit en 4K, c'est aussi le fait qu'elle soit en 14 ou 12 bit couleur. Et globalement, ce qui n'était pas le cas de l'Alexa, qui n'est pas en 12 bit couleur et ce qui était le cas de l'Epic, mais qui avait d'autres désavantages, qui est aussi en 4K. Et donc en faisant ces essais, qui existe d'ailleurs chez TSF, c'est des essais comparatives entre une caméra 35, une Epic, une Alexa et une F55, en fait c'est pas tellement le 4K qui ressortait, c'était le fait que la F55 avait beaucoup plus de subtilités et définitions dans les couleurs. Donc, c'était surtout ça qui était intéressant. Parce que la définition du 4K, moi personnellement... maintenant je me suis habitué et ça permet plein de choses, notamment de zoomer dans l'image, si on est pas content du cadre au moment de la prise de vue. Ça permet principalement ça, à mon avis pour un réalisateur, mais la définition en elle-même, moi je vois des films qui étaient finalisés en Alexa en Raw, la définition me suffit. Je me dis pas : « tiens ça manque de définition ! ». Après quand on compare, quand on fait des essais comparatifs, c'est différent, c'est-à-dire maintenant l'Alexa semble un tout petit peu dépassée en terme de définition et je pense que c'est surtout parce qu'elle a beaucoup moins de définition de couleur.

Du coup en soi la 4K ce n'est pas un argument vendeur pour vous ?

Pour moi c'est comme pour les appareils photo et je pense que Sony c'est vraiment les rois de ça, je pense que la 4K est absolument pas un truc que... le problème c'est que nous, on est pas concerté par toutes ces avancées techniques ! J'ai fait deux ou trois mots qui ont été publiés dans la lettre de l'AFC par rapport à Sony, ce n'est pas que par rapport à Sony d'ailleurs, ce qui a fort changé pour les opérateurs, quand il y avait Kodak, Fuji, Arriflex, Panavision, quand ils avaient des inventions à livrer sur le marché, ils nous consultaient ! Parce-que ils sortaient une nouvelle technologie, ils écoutaient d'abord les demandes, par exemple les gens trouvaient que la pellicule n'était pas assez défini ou trop de grain,

qu'elle manquait de souplesse dans les basses lumières ou haute lumières, peut-être pas assez sensible, ils inventaient des nouveaux produits et puis ils nous les faisaient tester, puis on faisait des remarques. Maintenant tout ça n'existe absolument plus. C'est-à-dire maintenant Sony sort une caméra 4K... Pourquoi ils sortent une caméra 4K ? Bah parce-que ils sont en train de vendre des téléviseurs 4K ! Et parce-qu'ils sont en train de vendre des chaînes entières 4K avec des magnétoscopes 4K, des télévisions 4K, etc. Et ils vendent même des caméras amateurs dans le 4K, ce qui est vu absolument rien dire. Mais cet argument pour eux, c'est juste du marketing.

C'est un peu le même problème avec RED, c'est pas des gens avec lesquelles on peut beaucoup parler, avec qui on peut échanger des avis sur comment est fabriqué la caméra, etc. Donc voilà pour moi la 4K c'est un peu comme pour les appareils photo, on n'a pas besoin de 22 millions de pixels, on s'en fout de 22 millions de pixels. Il n'y a personne qui a besoin de ça, même les affiches de 100m² dans les rues n'ont pas besoin de ça. La technique permet ça, mais personne n'a besoin de ça, c'est une aberration en fait. Donc voilà, je ne suis pas un grand fan de ça.

Après en même temps, c'est comme pour *Vie Sauvage*, ça ouvre d'autres perspectives. Quand on a par exemple fait les essais de *Vie Sauvage*, on a projeté un moment les essais des différentes caméras... La projection que vous avez vue, c'était en 4K ?

La projection de Vie Sauvage était en 4K oui !

Ah oui d'accord, donc ça c'est pas mal. Du coup ça donne quelques choses d'assez étonnant quand-même.

Bah c'est vrai les détails... bon je suis désolé, j'ai pas vu le film en entier, mais l'extrait au Micro Salon, ça se passe beaucoup dans la nature et c'est quand-même intéressant de reproduire, à part les couleurs, tous ces détails de feuilles etc.

C'est sûr, c'est un nouvel... c'est quelques choses de nouveau, c'est-à-dire le problème c'est que toi tu l'as vu en 4K, mais il n'y pas de projection 4K en France, ça existe pas ! Les cinémas n'ont pas de projections en 4K, donc de nouveau c'est un truc de marketing, c'est-à-dire le jour où Sony a imposé qu'on tourne tous en 4K, ce jour là on dira aux exploitants de salles, faut que vous exploitiez en 4K, faut que vous mettez des projecteurs 4K.

Mais c'est vrai c'est intéressant, c'est vrai moi j'ai vu une fois les essais de *Vie Sauvage* en 4K et ça donnait justement dans la nature cet espèce de profondeur assez étonnant. Donc je suis d'accord qu'il y a un truc particulier. Ceci dit sur *Vie Sauvage* ce n'était pas du tout quelque chose qu'on a prémédité, ce n'est pas du tout un choix esthétique. Cette caméra aura été en 2K, la même définition de couleur, on serait sans doute parti avec celle-là quand-même.

C'est vrai pour zoomer dans l'image, pour recadrer des plans, etc., c'est très très

intéressant, ça ouvre des perspectives pour la mise en scène assez étonnante. Si certains metteurs en scène maîtrisaient complètement cette histoire de zoomer dans l'image, je pense qu'on pourrait gagner énormément de temps en tournage.

Ok d'accord, est-ce que vous avez fait ça sur Vie Sauvage ? Est-ce que vous en avez profité ?

Il y a le début du film, les plans où ils marchent sur le bord de la route, ce sont des plans qui ont été zoomé à 50%. Mais moi j'ai fait un autre film là avec la Dragon, où on avait tourné en 6K – certains plans, pas tous les plans. Et certains plans je les ai zoomé à 100%, même à 200% et ça marche ! Donc ça ouvre des perspectives assez étonnantes, ça peut permettre, si les réalisateurs pouvaient incorporer ça dans leurs têtes, ça pourrait permettre un certain nombre de choses. Par exemple, faire un plan je dirai moyen et imaginer que dans ce plan moyen on a déjà tous les plans.

Oui c'est vrai. Mais par exemple zoomer à 100% ou 200% dans une image, même 6K, est-ce qu'on a pas des problèmes de grain ?

Non. En 6K, sûrement pas. Ça dépend de quelle image, c'est pas une règle, mais la F65 par exemple je crois qu'elle est en 8K, je pense qu'on peut sans problème zoomer de 100%, sans problème.

Et est-ce que ça vous intéressera de tourner avec l'Alexa65 ?

Parce qu'elle est dans le 4K, c'est ça ?

Elle est en 6K.

Oui, mais le problème c'est toujours le même, c'est des caméras pas vraiment disponible. Arri ils avaient fait une caméra 635, une caméra 60mm, mais... si je l'ai vu une fois... mais cette caméra en 6K, je pense pas que les loueurs vont acheter ça.

Non effectivement, Arri ne l'a vendue pas et ils la louent que dans leur réseau de location.

Oui donc voilà, que dans leur réseau, c'est compliqué. C'est des drôles objets. L'exception de ça c'est la F65 et même la Dragon qui est en 6K. C'est vrai la Dragon en 6K est assez étonnant. La Dragon a fait beaucoup, beaucoup de progrès par rapport à l'Epic et c'est assez étonnant. Et là je dois dire... moi je ne suis pas un hyper fan de la définition, je pense que si c'est pour se regarder sur un iPad ou pour regarder des films sur un ordinateur, je pense qu'on a pas besoin de ça. Après évidemment si on pense cinéma et moi j'aime bien le cinéma, j'aime aller voir des films au cinéma sur des grands écrans, le 35mm suffisait totalement et le 35mm c'est plutôt du 2K. Bon après ça veut dire pas grandes choses, on pourrait scanner le 35mm en 4K – et c'est magnifique !

Donc je sais pas très bien... c'est pour l'instant une chose... je viens de faire une série où on a tourné avec la F55, mais pas en Raw et on était en 4K du coup, je dois dire que c'est

pas quelques chose dont j'ai besoin, je préférerais avoir plus de latitude de pose, je préférerais avoir plus de définition de couleur. La définition en elle-même aux alentours de 2K, 4K, 6K pfff c'est bon.

C'est chouette ce que tu dis, parce que j'ai un peu cette impression que les fabricants enchaîne les définitions, sans qu'il y a un réel besoin derrière...

Il y a un truc qu'il faut comprendre, c'est par exemple qu'est-ce qui fait qu'on peut tourner un film en 2K ou 4K ? Moi je suis opérateur, je prépare un film, je suis en train de lire le scénario, on voudrait tourner cet été. C'est un film qu'on voudrait faire très simplement. On hésite beaucoup de tourner soit avec la F65 soit avec la F55. Pourquoi ces deux caméras ? Pourquoi des Sony et non pas l'Alexa ? Parce-que pour l'instant je pense vraiment que l'Alexa est dépassé à cause des problèmes de couleur. Je pense que pour l'instant l'Alexa, pas à cause de la définition, mais à cause de la couleur, je pense que les Sony ont une gamme de couleur beaucoup plus étendue et je pense que la Dragon a une gamme de couleur beaucoup plus étendue – pas l'Epic, je pense que l'Epic avait des problèmes, mais la Dragon ils ont résolues ça et je pense que c'est une bonne caméra. Donc globalement j'ai le choix entre – alors il y a la nouvelle caméra, la Panasonic, disons si on élimine celle-là – entre une Dragon, une F55 et une F65. Qu'est-ce qui va faire le coût de tourner avec une de ces caméras ? La location : à peu près la même chose, ça va pas changer beaucoup, la F65 est un peu plus cher, mais bon. Qu'est-ce qui va vraiment changer ? Pour moi c'est la qualité de leurs capteurs pour le tournage, c'est-à-dire la latitude de pose et la définition de couleur. La latitude de pose, la meilleure caméra, c'est sûr c'était l'Alexa. Mais bon on l'a sorti du jeu, parce qu'on a dit qu'elle est pas bonne en couleur. Et moi je préfère d'avoir pas mal de couleur, avec latitude de pose... peut-être je peux me débrouiller. Maintenant la F65, elle a sans doute la même latitude que l'Alexa, elle est moins bonne que la F55, elle est pas loin de l'Epic. Mais maintenant qu'est-ce qui va faire la différence ? C'est que si je tourne en 6K avec par exemple l'Epic, j'ai un nombre de data, qui va coûter très très cher à la production. Et quand je dit cher, c'est presque le double, donc ça aussi ça a son importance. Le 6K et le 8K c'est quelques chose dont on a pas vraiment besoin, on voit maintenant qu'en définition qu'on a pas vraiment besoin de ça.

D'accord oui c'est vrai, je n'y pense pas assez, mais c'est un facteur de coût aussi d'augmenter la définition...

Bien-sûr, bien-sûr, tu peux le calculer ça, mais le nombre de data dont tu as besoin, maintenant que tu tourne en 8K par exemple, parce-que c'est tout : c'est sauvegarder le film, il y a les sauvegardes, il y a plein de phases si tu veux. Donc tout ça c'est important.

Ah oui c'est sûr. Bah écoutez je vais pas vous bouffer plus de temps que ça, c'était super tous ce que vous m'avez dit. C'était vraiment super

chouette, merci beaucoup.

Bah avec plaisir et bonne chance.

Merci beaucoup, et je voulais vous dire aussi, vous l'avez mentionné tout à l'heure, j'ai lu le coup de gueule sur la F55, qui est publié sur votre page de l'AFC. Ça m'a beaucoup plus, car j'ai pu l'utilisé une fois et c'est vrai elle a des soucis pratique, physique qui sont assez chiant.

Oui c'est ce que je disais au début, c'est les gens qui ne nous consultent pas pour fabriquer des caméras. Donc ils fabriquent des choses, sans de nous consulter. Donc il y a des choses qui arrivent... et c'est pas la même chose, si tu veux, de fabriquer quelque chose pour des amateurs, où on va leur imposer une façon de travailler, etc. que d'imposer quelque chose à des gens, où ça fait 150 ans qu'on travaille avec des outils. C'est comme si un dentiste demain on lui dit : « Ah bah non, moi j'invente autres choses, la fraise pour aller dans les dents, elle va pas être comme ça, elle va être ronde. » Non ça va pas ! Ce n'est pas qu'on est contre, mais c'est qu'on veut participer à ces constructions.

Oui je pense que ça sera important, mais à voir quand Sony consultera les opérateurs.

Ouais c'est pas pour tout de suite.

Merci beaucoup encore !

Au revoir !

B. Interview complète avec Olivier Bertrand

Olivier Bertrand est 1^{er} assistant caméra et chef-opérateur.

Est-ce que vous avez déjà tourné en 4K ? Est-ce que vous avez déjà eu un contact avec la 4K ?

Oui j'ai eu un certain nombre, hier j'étais en tournage et c'était en 4K. Voilà ! Depuis deux ans c'est devenu assez courant, dans mon circuit à moi en tout cas.

Vous êtes d'un côté chef-opérateur, d'un autre assistant, plutôt en assistant du coup ?

Là en assistant pour le coup.

Du coup ça se passe bien ?

Alors oui et non. Tu m'a demandé si j'ai travaillé en 4K en tant que chef-op, je vais te répondre non. Tant que je me souviens, sauf peut-être une exception est la raison, elle n'est pas une bonne raison, c'est une raison de budget. La limitation c'est le budget. Il se trouve que je suis chef-opérateur sur des documentaires ou encore du court-métrage, etc., qui ne disposent pas de beaucoup d'argent pour la post-production d'une part, pour la location du matériel d'autre part. Que les caméras qui tournent en 4K, bon ça se démocratise quand-même, mais les bonnes caméras qui permettent la 4K sont assez couteuses à la loc. Et que surtout la post-production peut être très onéreuse, parce qu'elle est gourmande en matériel, en logiciel et en temps de calcul. Donc la raison pour lesquelles on tourne peu en 4K dans les petites productions est tout simplement ça, c'est plus cher.

En assistant, ça change des choses, qui ne sont pas pires ou meilleures, ils sont différents. C'est différent pour plein de raisons, qui sont technique et de budget. Si ça t'intéresse si c'est meilleur ou moins bien, je serai incapable de te dire ça, mais de qu'est-ce qui a changé. Je prends les choses en grand par rapport aux méthodes de tournage, on va dire il y a vingt ans, quand on était ultra majoritairement en film, que ce soit en 16 ou en 35. Alors déjà la technicité : autrefois on tournait en pellicule et quand on avait un retour vidéo, on l'avait pas toujours, c'était une petite paluche ou une petite caméra sur la caméra 35, qui filmait le dépoli et qui le retransmettait à un petit enregistreur avec des cassettes et une petite télé. Ça permettait pour le réalisateur et le scripte de savoir ce qu'il y avait dans le cadre. Ça n'intéressait pas du tout le pointeur par exemple, il s'assurait juste que la vidéo marchait et que tout le monde avait son truc au bout. On avait une définition vraiment moyenne sur cette paluche vidéo et sur l'écran on avait vraiment qu'une idée du cadre, mais absolument pas ni des couleurs, ni de densité, de contraste, ni du point. Aujourd'hui on va dire qu'on tourne en HD, même pas en 4K, mais c'est aussi vrai pour le

4K, on a toute une armée de retour vidéo. On va en avoir un pour le chef-op, un pour la mise en scène, parfois deux, on va avoir, quand c'est une pub, comme c'était mon cas hier, un pour l'agence. Là-dessus on a des outils, l'Astro, enfin un oscilloscope, qui permet de mesurer le signal en sortie de la caméra, en HD-SDI en général pas en 4K, donc ça veut dire qu'il y a une conversion un moment, qui est fait souvent par la caméra elle-même. Et là t'as 15 personnes diverses et variées qui vont voir non seulement, la densité, le contraste, le cadre, mais aussi en particulier le point. Et si tu veux en 35, on faisait confiance à l'assistant caméra, on demandait : « tu penses que c'est bon ? », il disait « oui », le cadreur pouvait avoir vu, il a l'œil dans la visée, mais c'était les deux seules personnes. Et puis le développement des rushes étaient très important et de voir ça en projection en salle c'était très important ou à la limite avec un télécinéma, parce-que là on voyait vraiment si on avait un problème de point ou pas. Là bah immédiatement sur le plateau on voit s'il y a des problèmes de point. Ça ne change pas en soi le travail du pointeur. Le travail du pointeur c'est de trouver la bonne méthode sur un plan donné pour s'assurer qu'il y a la mise au point. Ça le change en terme de pression, c'est-à-dire que là t'as 15 personnes qui te tombe sur le dos direct. Moi au point, quand t'as par exemple une commande de point à distance et tu vas bricoler un truc et elle frotte sur ta cuisse et le point n'y es pas pendant 15 secondes, parce que t'as le dos tourné, il se peut que 15 personne gueulent : « Le point ! ». C'est-à-dire t'es complètement prisonnier de ce truc là et c'est une vraie pression que t'as tout le temps. Hier j'étais avec des gens assez inexpérimentés à la mise en scène et ils étaient 15 à me donner leurs avis sur comment faire le point : « C'est bon les gars, laisser moi une minute, je fais trois marques, je fais ma petite méthode et ça va y être. Dites moi où vous voulez avoir le point, sur quoi et ça sera bon ! ». Donc ça, ça a changé.

C'est aussi un avantage pour le pointeur, parce-que effectivement aujourd'hui tu peux pointer avec un moniteur. Après, il y a différentes méthodes, parmi les méthodes pour obtenir le point, il y a les gens qui pointent en regardant tout le temps un moniteur, qui ne voient plus la caméra, qui se mettent même sous un voile, certains, devant un moniteur très piqué et qui font le point en direct. Moi je suis incapable de travailler comme ça, peut-être parce que je suis de la vieille école, peut-être parce que j'ai appris autrement, peut-être parce que j'ai d'autres méthodes. Mais j'ai des méthodes qui marchent à tous les coups. Et moi je me fie plutôt à ça, je vais avoir un écran pour vérifier que je me suis pas planté à certains moments, quand j'ai le temps de le regarder. Un petit coup d'œil : « Ah je suis un peu à côté », j'ajuste là où j'ai un doute. Voilà, il y a des pointeurs, des très grands américains, non je crois qu'il sont néo-zélandais, qui ont fait le ??? (8:10) et tout ça, en 3D, en 5K, 6K même, ils sortent plus un décimètre, ils font tout à l'écran. C'est une question de méthode. Moi je faisais un téléfilm le mois dernier, tourné en HD avec une caméra qui peut fournir aussi de la 4K, mais aussi la HD. On était à deux caméras, l'autre assistant qui fait tout au moniteur et moi je fais 90% au décimètre ou avec d'autres instruments de mesure. Il ne va pas plus vite que moi, je ne vais pas plus vite que lui. C'est juste deux méthodes

différentes. C'est une autre façon de voir et de s'approprier le plateau et l'espace, moi j'ai besoin de voir en direct les gens par rapport à la caméra, lui il arrive à faire uniquement avec le moniteur. Donc ça, ça change concrètement le travail sur le plateau du pointeur. Par rapport à il y a 20 ans, on a beaucoup plus d'outils aussi, pas uniquement les moniteurs, mais on a aussi le CineTaps, ça ressemble à une petite paire de jumelle, qu'on met au-dessus de l'optique et qui t'indique la distance. Ça envoie des ultrasons et les récupère. Il t'indique en direct la distance à laquelle les ultrasons se sont arrêtés à un objet. Donc ça, ça marche très bien, mais il ne faut pas s'y fier entièrement, parce que ça peut aussi bien attraper les yeux du comédien, ce qui t'intéresse en général ou le micro qui est juste au-dessus un peu en avant ou un autre comédien à l'avant-plan. Donc c'est un outil qui demande un peu de métier quand-même, parce qu'il faut s'en méfier énormément. Un autre outil, qui existe depuis 10 ans, c'est des lasermètres qui te permettent de mesurer une distance très vite pendant les répétitions. C'est juste savoir évaluer, quelle méthode employée en fonction de quel type de plan, ça c'est l'expérience. Moi je me fie vraiment aux méthodes que j'ai pu développer autrefois. Ça c'est le travail du point.

Le travail de l'assistant et c'est vrai dès les essais, aujourd'hui il est extrêmement accaparé par d'une part toute chaîne des moniteurs qu'on va avoir en direct sur le plateau et qui sont devenus des outils indispensables pour plein de gens dans l'équipe et d'autre part par le workflow. La gestion des données on va dire. La gestion des moniteurs c'est devenu une vraie nécessité, parce que autrefois un réalisateur il en voulait pas. Aujourd'hui ça n'existe plus, tout le monde veut son moniteur et il faut que ça marche. Moi j'ai vu ça 100 fois les plateaux, quand un des moniteurs ne marche plus, on arrête tout. Voilà, quand il y a un problème, quand un BNC s'est fait estompé, quand il y a plus de batteries quelque part ou bien un truc qui a été débranché et c'est souvent ça. Donc la personne qui est devenue absolument centrale est la personne qui s'occupe de toute la vidéo, en général on appelle ça troisième assistant et en général on prend un stagiaire, qui n'a souvent aucune expérience, aucune formation, mais parce que c'est bien pratique pour la production, on le paie que trois francs, six sous et pourtant c'est un poste qui nécessite une vraie expérience, qui encaisse (?) beaucoup de pression, parce que tout le monde lui tombe dessus quand ça ne marche pas : la production, la mise en scène, le chef-op, etc. Et en plus c'est un poste diplomatique très important. Parfois il y a des tensions en tournage et c'est une personne qui est en contact avec tout les corps de métier. Pour moi c'est un poste très important, ne cesse que dans les budgets on néglige ce poste et on oblige des gens à travailler qui n'ont aucune expérience, je sais que cette pression retombe sur moi, tu comprends ? C'est aussi une pression qui doit gérer le seigneur dans l'équipe des assistants caméra et le seigneur dans l'équipe caméra c'est souvent moi et donc c'est assez compliqué à gérer quand tu n'as pas le personnel dont tu voudrais. Et l'autre chose, quand on parle du workflow, ça va être souvent ce qui est déterminant entre le choix de caméras qui peuvent fournir HD, 2K, 4K, 5K, 6K, etc. Qu'est-ce qui détermine qu'on choisit plutôt tel format que tel autre ? Bah c'est souvent

des questions de budget, surtout du budget de la post prod. Et une autre question du budget, que les prod ont souvent tendance à négliger, mais il faut toujours leurs expliquer, parce qu'ils font semblant d'avoir pas compris, c'est que quand tu tourne en 4K et t'as deux heures de rushes dans la journée et bah c'est quelqu'un dont ça va être le boulot de sauvegarder ces rushes. Ce qu'on appelle le DIT, on pourrait aussi l'appeler Loader, c'est l'équivalent de ce qui était le Loader en pellicule, la personne qui chargeait et déchargeait les magasins. Le DIT c'est un poste clé. Le fonctionnement idéal d'une équipe de tournage, c'est un DIT qui fonctionne en décalé, c'est-à-dire il sait pertinemment qu'il va avoir trois ou quatre heures de gestion de rushes à la fin de la journée de travail. Donc qui va être là trois ou quatre heures après que tout le monde soit parti. Donc il faut qu'il commence trois ou quatre heures après les autres, il n'est pas question qu'il fasse des journées de 15 heures. Une de ces problématiques du DIT, ça va être où est-ce que je fais ce travail ? Est-ce que je le fais sur le plateau ? Est-ce que je vais avoir de l'électricité ? Est-ce que je vais avoir mes ordi, mes disques durs, mon onduleur, etc. ? Comment je m'organise ? C'est un vrai coût pour la production, mais il s'agit de gérer les rushes, c'est le résultat de tout le travail qui a été fait par toute l'équipe pendant toute la journée : des comédiens, des stagiaires régisseurs en passant par les assistants caméra. Mais très souvent pour des raisons économiques, on se passe du DIT ou de l'économie d'un salaire et c'est aux assistants caméra de gérer les rushes en fin de journée. Hier, c'était vraiment une prod minuscule, j'étais en 4K et j'ai essayé d'avoir un second, qui aurait fait office de DIT. Et voilà je l'ai pas eu, la production ne comprenait même pas ce que je leur disais, ils comprennent pas. Ils n'ont pas eu cette expérience là, pas du tout. Donc je l'ai fait tout seul, mais bon on s'en est bien sorti, parce que le chef-op a limité le nombre de prises en sachant ça et finalement j'avais assez peu de quantité de data à la fin de la journée. Ça a été plié en une demi heure, le temps de la copie des rushes. Donc ça c'est un vrai changement, parce que du coup on se trouve à faire le travail du labo sur le plateau. Ce qu'on faisait autrefois au laboratoire, je fais toujours des analogies à la pellicule, mais voilà c'est un changement important. Le choix vraiment entre 2K et 4K est c'est quand la production se rend compte que pour gérer en post prod des rushes 4K, ça va être très lourd, ça va demander des grosses machines. Très souvent ce qu'on fait, c'est qu'on fabrique des proxys et en fin de montage ou pour certaines étapes on va faire une conformation avec les rushes 4K d'origine.

Je voulais revenir sur le travail du point, parce-que je me rappelle à l'époque où vous nous avez fait un cours à la SATIS où vous nous avez raconté que faire le point avec de la pellicule c'est différent. Vous avez dessiné une courbe douce...

Oui je me rappelle de ça. Alors après j'ai du mal à l'expliquer techniquement, mais c'est un constat que j'ai fait plein de fois. En pellicule on avait une courbe très ronde, c'est-à-dire une plage de netteté relativement importante et une perte de point qui allait en

s'accéléraient évidemment... mais bon, même sans être exactement sur le point, on avait pas tout à fait ce sentiment de mollesse, c'était un rendu assez doux. En numérique on a vraiment, même à des diaphs très fermés, je dirai jusqu'à 5,6, 8 parfois, selon les optiques, on a très précisément un endroit où on a le point. Et juste à côté c'est un peu trop mou. Ça tombe très vite, après t'as une plage assez longue où c'est un peu trop mou, avant de tomber comme ça le faisait en 35. Donc oui on a une plus grande difficulté, c'est-à-dire qu'on a moins de tolérance sur notre précision du point, qui demande, et c'est pour ça comme je te disais, je me sers en plus de mes vieilles méthodes du moniteur, parce que parfois je suis juste un peu à côté et je peux l'améliorer encore un peu. Dans la mesure où j'ai le temps de le penser, c'est-à-dire que si c'est un plan entièrement tout en mouvement avec le comédien qui court dans tout les sens, j'aurai jamais le temps de vérifier sur un moniteur si c'est nette ou pas. Il vaut mieux que j'ai des moments de flou quand il court très vite et que les moments d'arrêt sont nets, s'il y a des moments d'arrêt. Donc, mettons un travelling avant, qui s'approche d'un visage et je m'arrête à un gros plan du visage, là c'est important que j'ai le point. Mais j'ai le temps de l'améliorer, même si je ne suis pas tout de suite dessus, un demi seconde après je serai dessus et ça passe. Donc tout dépend de la nature des plans que t'as à réaliser. Et oui ça rend le travail plus exigeant, mais avec des outils qui sont plus performants. Et avec une pression en moins, c'est qu'on n'a pas de la pellicule qui tourne et qui vaut tant de mètres. Tu peux rater deux trois prises et on les refait et bon après ça dépend de ce qu'il demande aux comédiens, du temps qu'on a, de l'heure qu'il est sur le plateau, si le soleil il va tomber ou pas, etc. Mais tu vas souvent avoir le loisir de le refaire et puis quand c'est bon, c'est vraiment bon, c'est-à-dire t'as dix personnes qui l'ont vu ; donc t'as pas la pression de découvrir après aux rushes que tu t'es planté, quand c'est bon sur le plateau, c'est bon, tu peux dormir tranquille.

Il y a une autre chose qui rend les choses plus difficiles, c'est que puisque justement il n'y a plus la pression de la pellicule, l'attitude sur le plateau de tout le monde : mise en scène, comédiens aussi est devenu moins concentré et t'as des comédiens qui sont de moins en moins précis, qui savent de moins en moins tomber sur leurs marques par exemple. Et puis aussi les cadresurs, j'ai envie de dire, surtout au steadicam, qui ne vont jamais faire deux fois la même prise. Ça peut être très bien, j'ai rien contre, mais dans ce cas là, et bah ça rend le travail du pointeur plus difficile, parce qu'il faut qu'il soit bon à tout les coups, même si tout les coups sont différents. C'est une discipline qui s'est perdue, qui était remplacé par autre chose, qui est typique de l'ère numérique, quelque soit l'industrie qu'on considère, c'est qu'on est dans le juste-à-temps. On anticipe plus, on découvre en cours de route.

Ouais j'ai fait un peu la même expérience avec les tournages à l'université, surtout en dernière année, où on a des caméras un peu plus performantes, en général c'est : on tourne et puis tu cherches le point et puis ça ira. Au final chaque prise est comme ça : on fait et c'est jamais la

même chose...

Et bah tu vois c'est une autre méthode, je ne dit pas que c'est mieux ou moins bien, c'est juste que ça a changé la donne par rapport à ce métier spécifique qui est le premier assistant caméra. Et vraiment dans la nature ça a changé. Pour tout te dire, sur 8 jours d'essais pour un long-métrage il y a 20 ans, je passais 5 jours sur les optiques, vraiment. C'est-à-dire à l'époque, à les impressionner, à les regarder, à les recaler, à me dire : « Ah tiens c'est bizarre, il y a peut-être une lentille qui a bougé... », etc. C'était le plus gros du travail. Aujourd'hui, déjà on va me laisser moins de temps pour faire les essais, mais admettons j'ai de nouveau 8 jours de travail de préparation sur les long-métrages, si je passe plus d'une journée sur les optiques, c'est énorme. En revanche j'ai énormément de temps sur le workflow et les écrans. Ça je sais que c'est un énorme boulot et même que le workflow c'est vraiment important qu'on a avant une discussion avec les directeurs de post-prod pour décider quel type d'image on veut, quel format, pour agir en conséquence. Pour dire soit on choisit ce format là, la 4K par exemple, et bah il va falloir un DIT et avec tout les retours vidéos qu'on a, je veux pas un stagiaire, mais bon tout ça. Ça demande d'anticiper et d'avoir les bons outils et le personnel compétent pour gérer tout ça. Et ça ça simplifie, même avant les essais caméra, c'est important de mettre de le nez dans ce moteur là. De ce qu'on sait sur les proxys : DNX, ProRes, quel ProRes, quel DNX, est-ce qu'on a besoin de ça ou de ci, est-ce qu'on va les fabriquer, est-ce qu'on a un enregistreur type PIX, qui va nous fabriquer en direct un proxy avec le bon timecode, est-ce c'est fiable qu'on peut monter avec ça, oui ou non, tout ça, ça se tâtonne et comme ça évolue très vite ces technologies là, à chaque tournage il faut tout repenser. Tout les deux trois mois ça évolue. Ça c'est l'heure numérique et après toi quand tu me pose la question 4K, 2K, c'est une question subsidiaire, mais la vraie question elle est là et puis une autre question très importante c'est se dire : « Mais ça va être diffuser comment cette affaire ? ». On a un long-métrage, ça va être diffuser en salle, ok, ça ça va être diffuser en télé peut-être, ça c'est une pub, ça va être diffuser sur internet. Qu'est-ce qu'on va diffuser comme format ? Typiquement, hier on a tourné en 4K, parce que la prod a dit : « Ah la 4K ça sonne bien », mais il ne savent pas ce que c'est, ils ne savent pas quelles conséquences ça a et c'est pour une diffusion internet. Donc c'est absurde. Ça n'a aucun sens, ah mais bon vu que ça ne coute pas plus cher, mettons tous ce qu'on, autant tourner en 4K. Surtout parce qu'ils vont emmener des gens qui vont faire la post-prod et ils vont les faire travailler toute la nuit sans se poser la question, sans d'être payé. La diffraction de tous les supports finaux sur lesquelles va être diffuser une image, fait qu'on peut effectivement générer une image 4K, 5K, 6K, 7K, et après comment on va gérer ces rushes et comment on va exploiter, bah ils disent que si je tourne ça et dans 20 ans, quand c'est le 7K qui s'est imposé partout, mon film conserve encore un négatif, entre guillemets, qui sera exploitable.

Une dernière question que je voudrais poser est si vous avez entendu

parler de l'Alexa65 et si ça vous intéresserait de l'utiliser ?

Oui bien-sûr j'en ai entendu parlé. Les caméras 65mm entre guillemets, donc très gros capteur. J'ai pas encore tourné avec ces trucs là, j'ai pas trop envie de tourner avec ces trucs là. Pourquoi ? En tout cas en tant que assistant caméra. Parce que j'ai vu qu'il y a des séries Zeiss, mais Panavision aussi, qui ouvre à 2, voir même à 1,4 il me semble. Voilà donc des optiques qui ouvre à 1,4 et une chose que j'ai constaté avec l'avenant du numérique, parce que c'est quand-même important pour la difficulté du pointeur, c'est que autrefois on avait la pellicule 500 Asa qu'on prenait à 400 et on tournait à pleine ouverture. Quand on avait des Cooke S4 on tournait à 2. Il y a quatre ans à peu près maintenant l'Alexa s'est imposé et l'Epic, qui sont à 800 Iso nominal et on tourne toujours à 2 ! Le mois dernier j'ai tourné avec une F55 de Sony, qui est à 1250 Iso et on tourne toujours à 2 !

Et on met des NDs !

Voilà ! Et donc je sais que avec l'Alexa65, on va être avec très gros capteur et avec des optiques qui ouvre à 2, on va être à 2. C'est-à-dire on va même plus éclairer sur les plateaux de tournage, on va enlever de la lumière. Vraiment, j'ai fait un téléfilm l'année dernière où on ne voyait pas la caméra ! Je ne savais pas où elle était, j'avais la peine à voir les comédiens, et j'exagère pas, et bah il y avait une image ! Une caméra voit mieux que nos yeux, donc c'est une vraie difficulté et puis t'es toujours à pleine ouverture. Et pleine ouverture avec gros capteur, ça me gêne même pas que en tant que pointeur, mais en tant que spectateur. C'est ce qui va se passer avec ces caméras : tu vas avoir des plans taille, t'auras deux comédiens qui ne seront pas tout à fait à la même distance, et bah il faudra choisir sur lequel tu fait le point. En plan taille, il n'y aura qu'un de net. Tout le monde aura l'impression d'être myope au cinéma. Tu vois deux personnes en plan taille qui sont à 3 mètres de toi, il y a un qui va te paraître flou et l'autre net, avec un qui est 20 centimètres en avant par rapport à l'autre. Donc on va avoir des difficultés de point monstrueuses pour un résultat esthétique douteux. C'est pour ça que j'ai pas envie de tourner avec ces outils là.

Moi des fois je dis au chef-ops, il y en a un avec qui je bosse depuis très longtemps, on était en studio l'an dernier avec l'Alexa sur un film. On est au studio, c'est-à-dire tout est contrôlé. Il y a 5 ans au studio on était à 2 avec de la 500 Asa, maintenant on est à 2, mais avec de la 800, mais pourquoi ? C'est une comédie, moi ça me gêne, que je suis parfois obligé de me pencher vers lui et dire : « écoute là il y en a qui est un peu en avant par rapport à l'autre, il faut que je choisis lequel j'ai au point ». C'est embêtant et même sur un gros plan, s'il se tourne un peu, il faut que je choisisse quel œil est net. Je trouve ça gênant, quand j'ai quelqu'un en gros plan, à moins d'être très très près de lui, je devrais voir les deux yeux nets. Et bon maintenant il y a la 4K avec le nombre de pixels ça va être encore autre chose, mais je trouve que c'est une problématique terrible. Et par ailleurs parfois j'aime pas trop l'image numérique, je trouve que ça sert très bien certains films, sur *Drive* par exemple, t'as des choses très contrasté et très saturé en couleur, ça fonctionne très bien. Certain

films, ça me gêne. Et quand je vois *Grand Budapest Hotel*, qui est tourné en 35, je retrouve une certaine douceur, même s'il y a du traitement numérique derrière les images, qui me déplaît pas. Mais ce qui se passe, c'est qui décide qu'on va tourner en 35, on va tourner en 2k, on va tourner en 4K ? En principe c'est le chef-opérateur en accord avec le réalisateur. En principe. Mais dans 90% des cas c'est la production qui impose telle chaîne, parce qu'elle a fait ses calculs avant et c'est moins cher.

Ah oui c'est intéressant de savoir ça...

Bon je te répète une chose, ce que ce que je te dis là, c'est pas forcément vrai dans 6 mois. Bon il y a des tendances quand-même, qui permettent de voir un peu...

Il y a une autre chose qui a changé, mais ce n'est pas tant le 4 K, qui a changé les choses, c'est la multiplicité des nouveaux outils, des nouvelles caméras, j'ai envie de dire, même si je mets des guillemets autour de caméra, des caméras moins chères, t'as du entendre parler de la Blackmagic, etc. Alors c'est vrai c'est beaucoup moins cher et ça fait du 4K génial, sauf que c'est des outils peu fiables avec une accessoirisation lamentable, très fragile, pas ergonomique du tout, qui font que pour le cadreur c'est un cauchemar et pour l'assistant caméra c'est un double cauchemar.

Le département Satis a acheté une Blackmagic URSA, la nouvelle qui est un peu plus grande et du coup j'ai eu l'occasion de passer quelques jours avec.

Et alors ?

C'est lourd et je sais pas pourquoi c'est lourd, il y a plein de choses qui manquent qui sont normal sur d'autres caméras, sortie électrique par exemple et les menus c'est atroce, zéro options...

Oui oui j'ai évité jusqu'à présent comme la peste ces caméras là en particulier. Mais je l'ai vu sur des salons etc. et en 5 minutes je m'étais fait mon idée dessus. Ça peut peut-être faire des très belles images, mais c'est juste courir 100 mètres avec une jambe en moins. Il y a tellement de pressions sur un tournage et il y a tellement de choses qui sont compliquées à obtenir et d'avoir un mauvais outil, un outil peu fiable, c'est vraiment terrible.

C. Interview complète avec Arthur Schwarz

Arthur Schwarz est deuxième assistant caméra.

Les tournages que tu fais est-ce que c'est souvent en 4K ou est-ce que c'est plutôt quelque chose de rare ?

Alors pour les derniers on va dire, on est dans du 50/50, c'est-à-dire que j'ai fais trois long-métrage, il y a pas longtemps en 4K Raw et j'ai enchaîné pas mal de pub, où ils avaient pas besoin de prendre ce format là et de nouveau un long-métrage où on a tourné en ProRes en Alexa et puis là me voilà reparti sur un long-métrage en 4,5K. Je pense que c'est surtout une histoire de production en fait.

Donc pour toi en tant que deuxième assistant caméra, est-ce qu'il y a quelque chose qui change quand c'est la 4K ?

C'est-à-dire quand je suis en second caméra et j'ai en charge le data management du film, oui ça change quelque chose pour moi. Mon workflow, mes stations de travail sont pas les même, les disques que je dois utiliser, les connectique que j'utilise ne sont pas les même. Après la logique du travail ça reste la même – la sauvegarde des rushes – mais la quantité de données à transférer est beaucoup plus important, donc c'est une organisation dont on ne peut passer à côté.

Et si quelqu'un te proposerai de travailler sur un film en 6K, est-ce que ça te rendrais heureux ou est-ce que tu te diras « Oh non... » ?

Ouais aujourd'hui il y a assez peu de films qui se tournent en 6K, enfin je sais pas, moi en tout cas j'en ai jamais fait. Mais oui pour le défi ce que ça va engendrer plus que pour le simple fait de tourner en 6K. J'imagine que si on va tourner en 6K, c'est qu'il y a des raisons techniques et vraiment propre à l'image qui seront développé pendant le film et donc c'est plus ce challenge là qui m'intéresse que le fait de tourner en 6K. Je m'en fiche de savoir si c'est en 6K, après c'est surtout ce que ça va engendrer derrière et la raison pour laquelle on a décidé d'utiliser la 6K.

Et par rapport à la gestion des rushes, qui du coup doit être plus long ?

C'est vrai c'est une logique sur laquelle il faut vraiment réfléchir. Tu ne peux pas partir sur un tournage en Raw en 4K avec des fichiers lourds, sans avoir vraiment bien travailler la configuration pour le workflow du data management.

Et ça t'arrive souvent d'être en charge des back-ups ?

C'est très fréquent, maintenant qu'il y a des DIT, ça devient un peu moins, c'est

souvent eux qui prennent en charge ça. Mais avec la disparition du film, le poste de loader n'existe quasiment plus, c'est-à-dire il y a rarement un second qui fait que les back-ups, qu'on appellera loader et un deuxième second assistant, ça arrive que sur des films où il y a du budget, qui peuvent se permettre ça et où il y a minimum deux caméras en continue.

J'ai une autre question, moins par rapport à la 4K, mais sûr les caméras d'aujourd'hui. Pendant l'écriture, ça m'est souvent arrivé de tomber sur des avis négatifs par rapport aux caméras d'aujourd'hui, par exemple Yves Cappe, qui n'est pas du tout content de la F55, il trouve que c'est pas une caméra très bien pensée, notamment l'ergonomie. Du coup je voulais te demander si tu avais des expériences pareilles, est-ce que la caméra en tant qu'outil est aujourd'hui moins agréable à utiliser ?

Bah c'est pareil, ça dépend de ce qu'on en fait, ça dépend des accessoires qu'on veut mettre dessus, je parle en tant qu'assistant caméra, mais en terme d'ergonomie je trouve certaines caméras sont très agréables, je trouve que en terme d'ergonomie, la F5 et la F55 de Sony sont très agréables à utiliser. Après en terme d'accessibilité de menus des choses comme ça, oui, comme il y a une globalisation des constructeurs de caméras autour de gros capteurs, on se retrouve avec des caméras qui ne sont pas forcément pensées pour tourner des fictions. Il y a un certain manque de confort et puis avec la réduction des tailles des boîtiers, parfois ça devient compliqué, on peut en discuter là-dessus. Mais non après, à chaque caméra son projet, elle m'a pas rebuter tant que ça la F55. C'est pas la plus pratique de toutes, c'est pas la plus simple de toutes, mais pour moi c'est pas un truc qui ne ressemble pas à une caméra.

D'accord ! Oui peut-être la F55 ça va encore, mais je pensais aussi aux nouveaux concurrents, par exemple Blackmagic.

Ah oui par contre, j'ai déjà tourné avec une Blackmagic, je me suis fait chié. J'ai vraiment pas pris plaisir, mais j'ai trouvé des gens qui m'ont dit le contraire, alors je veux bien croire que c'est subjectif aussi, ça dépend vraiment de la personne qui utilise la chose. Ouais mais les Blackmagic ça c'est chiant, même les RED sont un peu chiant à accessoriser, quoique ils font beaucoup d'effort... Non, je mettrai pas ça en relation en tout cas, bon c'est sûr tu vas pas t'engager sur un film, un long-métrage avec une caméra genre Blackmagic, ça me paraît impensable, en tout cas aujourd'hui avec ce qu'il propose.

D. Traductions des interventions en anglais

Ces traductions ont été fait par moi pour faciliter la compréhension pour un lecteur non-anglophone. Ils ne constituent cependant pas une traduction parfaite.

Page 20, Roger Deakins :

« Après avoir tourné avec de la pellicule pendant toute ma vie, Alexa était la première caméra numérique j'ai vu où je me suis dit que la technologie avait traversé la lame du couteau et nous avait emmené dans un nouveau monde »

Page 21, Stephan Schenk :

« On a reçu beaucoup d'avis d'un marché plus orienté vers la télévision, où un capteur plus large est de plus en plus demandé. Avant l'Amira la bonne caméra pour ce genre de travail d'un opérateur seul, souvent à l'épaule, n'était pas disponible. [...] Les caméras pellicule d'ARRI ont été utilisées pour des projets type documentaire, tel les émissions boulevardes ou de télé réalité, des documentaires, des films institutionnels, etc. Avec l'Amira on veut de nouveau proposer un outil pour ce type de projet. »

Page 21, Franz Kraus :

« Il n'y a pour l'instant probablement peu de demande pour ce type de caméra, mais je crois que tous ceux qui ont pu tourner en IMAX, 65mm ou Vistavision ont appréciés la beauté de la place du grand format. Quand on a plus de bons pixels, ça fait une différence, tout comme quand on a une plus grande surface avec la même structure fine des grains d'argent. La taille est aussi importante en numérique. »

Page 22, Stephan Schenk :

« Pour être très clair : ARRI n'a jamais été et ne sera jamais contre la 4K ou la UHD, même si certains ont cette impression. Par contre on le veut pour les bonnes raisons. On sent qu'il y a trop de marketing et de promotion et pas assez d'éducation sur ce qui est vrai et faisable. Il y a certainement des bénéfices à une plus grande définition, mais ce n'est qu'un aspect d'une meilleure image. Une meilleure latence, des meilleures couleurs, des fréquences d'images plus hautes et un tas d'autres facteurs font partis de l'équation. »

Page 24, Steven Soderbergh :

« J'ai une longue histoire avec RED, donc je suis biaisé envers RED. J'aime l'image qu'elle produit, j'aime comment elle marche, j'aime sa taille. La caméra Sony a une jolie image, mais le truc est une ancre. Quand j'ai vu la Panavision Genesis pour la première fois, je savais que ça n'allait pas marcher, car elle était plus grande qu'une Panaflex. L'intérêt c'est qu'on les veut plus petites. Le truc avec une Epic, c'est qu'elle peut enregistrer sa meilleure qualité sans d'être connecté à quoi que ce soit, tu sais, on a ce plan dans *Side Effects*, où Rooney mets son pied sur l'accélérateur, j'ai juste tout enlevé à la caméra et je l'ai mis derrière la pédale. Normalement, il faudra scier un trou dans la voiture pour avoir un plan pareil. Ça c'est le truc que je veux. Je veux la mettre où je veux quand je veux.

Page 40, Rodney Charters :

« Je crois aussi qu'on est au point, où notre capacité à créer l'incrédulité est mis en danger, en ce qui concerne la fiction. D'un coup on est distraie par la définition et d'autres informations qu'on ne préférerait pas voir [...] »

Page 40, Bill Bennett :

« L'autre problème avec les caméras ultra haute définition c'est que souvent on tourne avec des actrices très bien payées, qui ont 50 ans, et il n'y a pas une seule qui veut avoir une caméra 4K, 6K, 8K devant elle, sans une quelconque diffusion. Et au moment d'ajouter la diffusion, on perd la définition 4K et on emmène donc une énorme quantité de données sans raison. »

Page 40, Geoff Boyle :

« La définition m'est égale. J'ai passé ma vie à mettre des filets à l'arrière des optiques pour rendre l'image plus douce, avec des filtres de diffusion à l'avant. Généralement tout est trop net. »

Page 40, Paul Laufer :

« J'ai utilisé un 25mm Leica Summilux-C. L'optique Leica et très, très piqué. Je pense que le défi va être de contrôler la netteté de l'image. Et ce qui est vieux et nouveau. Je me suis retrouvé à utiliser des filtres de diffusion et dans ce cas j'ai utilisé un filet noir à l'arrière de l'optique, pour adoucir et mélanger un peu l'image. »

Liste d'intervenants

- **Yves Cape**

Directeur de la photographie de l'AFC. Un contact avec lui me paraissait important, car un des derniers films qu'il a photographié, *Vie Sauvage*, a été présenté par Sony comme étant un choix prémédité de la 4K. La réalité est cependant différente.

- **Olivier Bertrand**

1^{er} assistant caméra et chef-opérateur. Il était important pour moi d'avoir un avis sur le travail de l'assistanat caméra d'un professionnel confirmé et Olivier Bertrand m'a aidé à éclaircir ce point.

- **Arthur Schwarz**

2^{ème} assistant caméra. Arthur Schwarz a beaucoup travaillé en tant que deuxième assistant caméra et il a pu me confirmer son rôle de data manager sur certains tournages. De plus, il a contribué en mentionnant les difficultés de la 4K, tout en disant qu'ils ne sont pas insurmontables.

- **Nicolas Pfaff**

1^{er} et 2^{ème} assistant caméra. Nicolas Pfaff a fait qu'une brève intervention par mail, mais a pu confirmer un point important, celle du recadrage des plans.

La liste suivante concerne d'autres éléments qui m'ont grandement aidés, mais qui ne constituent pas une interview personnelle en soi :

- L'intervention de Forest Finbow pendant la journée portes ouvertes de PhotoCineRent et son très brève interview
- Le Micro Salon de l'AFC 2015
- *Die Unerträglichkeit der Schärfe*, projet de l'École Supérieure des Arts de Zurich
- *La texture de l'image en numérique à travers le contrôle du piqué : un enjeu artistique*, conférence de Philippe Ros pendant le Micro Salon

Jonathan STRUTZ

L'outil 4K -

Exploration d'une définition naissante

Il s'agit avec ce mémoire d'explorer la définition 4K et plus généralement la très haute définition. La définition est devenue un facteur de considération important pour les fabricants de caméras, mais est-ce qu'elle apporte réellement les avantages que les fabricants mettent en avant ? Il faut discuter cette définition et éclaircir pourquoi ou non elle est utilisée. Beaucoup de facteurs influencent une image numérique et les chefs-opérateurs se servent d'eux pour créer des images de cinéma. Quelle est la place de la 4K dans cette création ?

À travers des parties théoriques et un portrait du marché actuel, je m'approche avec une expérience personnelle de ce sujet. Une autre partie importante est consacrée à la de interviews avec des professionnelles, qui doivent gérer une telle définition tout les jours et il s'agit de comprendre comment ils la travaillent. Ce mémoire dresse d'un côté un portrait de la 4K, mais va aussi analyser ses avantages et désavantages.

Mots-Clés : 4K, 6K, Définition, Art, Technologie, Numérique

This master thesis explores 4K and other ultra high resolutions. Resolution has become an important factor for camera manufacturers, but is it really as beneficial as they say? 4K resolution needs to be discussed and it is important to find out why and how it is used or not. A multitude of factors influence a digital image and directors of photography use them to create images for cinemas. In this process, what is the place of 4K?

From a theoretical standpoint, through a portrait of the current camera market, I approach this subject with personal experience and theoretical knowledge. Another very important is made up of interviews with professionals, who need to use this resolution on a daily basis and it is important to find out how they work with it. This thesis tries on the one hand to understand up to what point 4K is used and on the other it analyzes its advantages and disadvantages.

Keywords: 4K, 6K, Resolution, Art, Technology, Digital